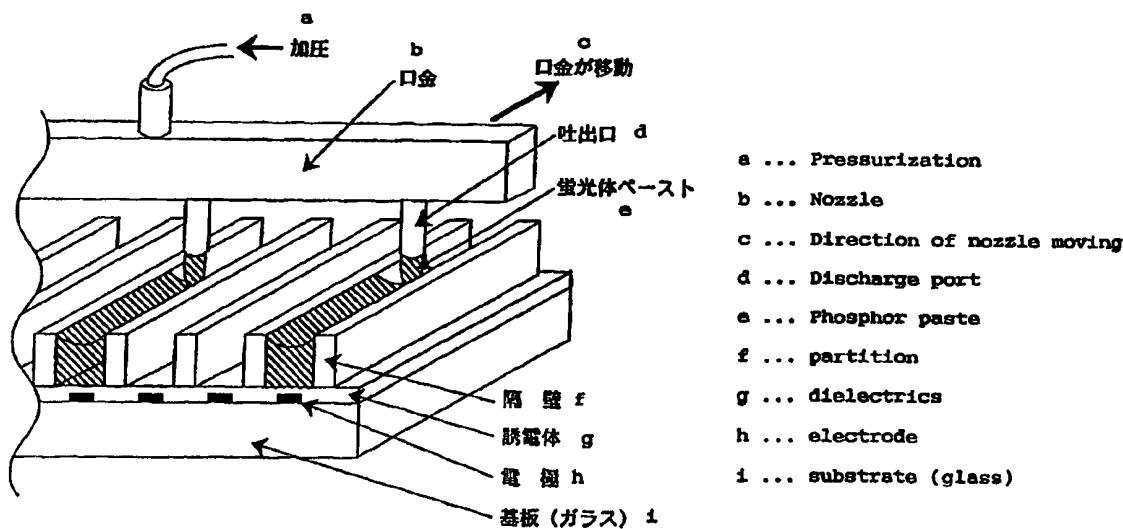




(51) 国際特許分類6 H01J 9/227		A1	(11) 国際公開番号 WO98/27570
			(43) 国際公開日 1998年6月25日(25.06.98)
(21) 国際出願番号 PCT/JP97/04643		(22) 国際出願日 1997年12月16日(16.12.97)	
(30) 優先権データ 特願平8/336713 1996年12月17日(17.12.96) 特願平9/81555 1997年3月31日(31.03.97) 特願平9/172339 1997年6月27日(27.06.97) 特願平9/172354 1997年6月27日(27.06.97) 特願平9/172364 1997年6月27日(27.06.97)		正木孝樹(MASAKI, Takaki)[JP/JP] 〒520 滋賀県大津市南郷2丁目43番19号 Shiga, (JP) 佐野高男(SANO, Takao)[JP/JP] 〒524 滋賀県守山市金森町650-22 Shiga, (JP) 北村義之(KITAMURA, Yoshiyuki)[JP/JP] 〒520 滋賀県大津市園山2丁目13番1号 北園寮C424 Shiga, (JP) 谷 義則(TANI, Yoshinori)[JP/JP] 〒520 滋賀県大津市園山2丁目15番1号 晴園寮368 Shiga, (JP) 池内秀樹(IKEUCHI, Hideki)[JP/JP] 〒607 京都府京都市山科区竹鼻地藏寺南町16番地A1-44 Kyoto, (JP)	
(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 東レ株式会社(TORAY INDUSTRIES, INC.)[JP/JP] 〒103 東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号 Tokyo, (JP)		(81) 指定国 CA, CN, ID, KR, SG, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 井口雄一朗(IGUCHI, Yuichiro)[JP/JP] 〒520-21 滋賀県大津市一里山1丁目24番8号 Shiga, (JP) 松本正廣(MATSUMOTO, Masahiro)[JP/JP] 〒520 滋賀県大津市園山2丁目15番1号 晴園寮353 Shiga, (JP) 三上友子(MIKAMI, Yuko)[JP/JP] 〒525 滋賀県草津市若竹町8-8-201 Shiga, (JP)		添付公開書類 国際調査報告書	

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR MANUFACTURING PLASMA DISPLAY

(54) 発明の名称 プラズマディスプレイの製造方法および製造装置



(57) Abstract

A method for manufacturing plasma display, characterized by forming a phosphor layer on a substrate on which a plurality of partitions are formed, by continuously discharging phosphor pastes containing phosphor powder and an organic compound onto the substrate through a nozzle having a plurality of discharge ports. After three kinds of phosphor pastes respectively containing a phosphor powder which emits red, green, or blue light are applied to the gaps between the partitions in the form of a strip from the nozzle, the phosphor layer is formed by heating the paste. A device for manufacturing plasma display characterized by being provided with a table on which a substrate with partitions is fixed, a nozzle which is faced to the partitions of the substrate and has discharge openings, means for supplying phosphor paste to the nozzle, and means for three-dimensionally moving the table and the nozzle relative to each other.

この発明のプラズマディスプレイの製造方法は、複数の隔壁を形成した基板上に、蛍光体粉末と有機化合物を含む蛍光体ペーストを複数の吐出口を有する口金から連続的に吐出して蛍光体層を形成することを特徴とする。そして、赤色、緑色、青色に発光する蛍光体粉末をそれぞれ含む3種類の蛍光体ペーストを、吐出口を有する口金から基板上の隔壁間にストライプ状にそれぞれ塗布した後、加熱することにより蛍光体層を形成することができる。

また、この発明のプラズマディスプレイの製造装置は、表面に複数の隔壁が形成されている基板を固定するテーブルと、前記基板の隔壁と対面して複数の吐出口を有する口金と、前記口金に蛍光体ペーストを供給する供給手段と、前記テーブルと前記口金を3次元的に相対移動させる移動手段を備えてなることを特徴とする。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード (参考情報)

AL	アルバニア	FI	フィンランド	LT	リトアニア	SN	セネガル
AM	アルメニア	FR	フランス	LU	ルクセンブルグ	SZ	スワジランド
AT	オーストリア	GB	ガボン	LV	ラトヴィア	TD	チャード
AU	オーストラリア	GE	グルジア	MC	モナコ	TG	トーゴ
AZ	アゼルバイジャン	GH	ガーナ	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GM	ガンビア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BB	バルバドス	GN	ギニア	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TR	トルコ
BE	ベルギー	GR	ギリシャ	ML	マリ	TT	トリニダード・トバゴ
BF	ブルキナ・ファソ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
BG	ブルガリア	ID	インドネシア	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
BJ	ベナン	IE	アイルランド	MW	マラウイ	US	米国
BR	ブラジル	IL	イスラエル	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
BY	ベラルーシ	IS	アイスランド	NE	ニジェール	VN	ヴェトナム
CA	カナダ	IT	イタリア	NL	オランダ	YU	ユーゴスラヴィア
CC	中央アフリカ	JP	日本	NO	ノルウェー	ZW	ジンバブエ
CF	コンゴ共和国	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド		
CG	コンゴ	KG	キルギス	PL	ポーランド		
CH	スイス	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
CI	コートジボワール	KR	韓国	RO	ルーマニア		
CM	カメルーン	KZ	カザフスタン	RU	ロシア		
CN	中国	LC	セント・ルシア	SD	スーダン		
CU	キューバ	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン		
CY	キプロス	LK	スリランカ	SG	シンガポール		
CZ	チェコ	LR	リベリア	SI	スロベニア		
DE	ドイツ	LS	レソト	SK	スロヴァキア		
DK	デンマーク			SL	シエラ・レオネ		
EE	エストニア						
ES	スペイン						

## 明細書

### プラズマディスプレイの製造方法および製造装置

#### 技術分野

本発明は、壁掛けテレビや情報表示用等のディスプレイとして好適に用いられる新規なプラズマディスプレイの製造方法およびその製造装置に関するものである。

近年、マルチメディアの進展により、多種多様な情報を表示するためのディスプレイの役割が大きくなっている。それに伴って、ディスプレイの大型化・薄型化が求められており、液晶ディスプレイはノートパソコンをはじめとして、多くの分野に利用されるようになってきた。しかし、液晶ディスプレイは、大型化時の価格や応答速度の点で、大型テレビに用いることは困難である。そこで、大型ディスプレイの本命として、プラズマディスプレイが注目されている。

本発明は、かかる分野において、高精細プラズマディスプレイに対応する蛍光体層を形成することができるプラズマディスプレイを提供する手段に関するものである。

#### 従来の技術

プラズマディスプレイにおいては、前面板と背面板の間に形成された放電空間内で放電を生じさせる。この放電により、キセノンガスから波長147nmを中心とする紫外線が生じて、この紫外線が蛍光体を励起することによって表示が可能になる。RGBに発光する蛍光体を塗り分けた放電セルを駆動回路によって発光させることによりフルカラー表示に対応可能になる。

また最近活発に開発が進められているAC型プラズマディスプレイは、表示電極／誘電体層／保護層を形成した前面ガラス基板とアドレス電極／誘電体層／隔壁層／蛍光体層が形成された背面ガラス基板とを張り合わせ、ストライプ状の隔壁で仕切られた放電空間にHe-XeまたはNe-Xeの混合ガスを封入した構造を有している。

従来、プラズマディスプレイに必要なRGBの蛍光体層を形成する方法として、蛍光体粉末とバインダー樹脂からなる蛍光体ペーストを用いたスクリーン印刷法が主に用いられてきた。この方法は、スクリーンメッシュに、隔壁間隔に合わせ

て開口部を設け、それ以外の部分には乳剤により遮蔽したスクリーン版上にペーストを塗り、蛍光体ペーストが必要な部分、すなわち隔壁間にのみスクリーンメッシュを通して転写されることを利用した方法である。

そして、日本特開平 6-5205 号公報には、スクリーン印刷を行なった後にサンドブラストを用いる方法が、また日本特開平 5-144375 号公報には、架橋剤を塗布した後にスクリーン印刷する方法がそれぞれ提案されている。

しかし、スクリーン印刷を用いる方法は、印刷を繰り返すうちにスクリーン版の形状が変化するため精度が低く、高精細のプラズマディスプレイに対応できる蛍光体層を形成することが困難という欠点があり、また、高価なスクリーン版を頻繁に交換する必要があるためコストが高くなるという問題があった。

また、高精細のプラズマディスプレイに対応する蛍光体層を形成する方法として、蛍光体粉末と感光性を有するバインダー樹脂を混合した感光性蛍光体ペーストを用いる方法も知られている。この方法は、隔壁を形成した基板上に感光性ペーストを全面塗布し、フォトマスクにより部分的に光を照射して、現像液に対して可溶部分と不溶部分を形成した後に現像して、必要な部分を残す方法である。しかし、この方法では、赤色 (R)、緑色 (G)、青色 (B) の各色蛍光体層を形成するために、RGB 3 回の塗布-露光-現像-乾燥など複雑な工程が必要である。また、この方法では蛍光体ペーストのロスが多いという欠点もあり、コスト高になるという問題があった。

また、インクジェットノズルの先端から蛍光体ペーストを噴出させ、蛍光体層を形成する方法も提案されているが、この方法場合は、径が小さいインクジェットノズルの先端からペーストを噴出させる必要があるために、ペースト粘度を 0.2 ポイズ以下にする必要があった。このため、ペーストの中の蛍光体粉末量を多くすることができないので、蛍光体層の厚みをコントロールできないという欠点があった。また、この方法ではインクジェットノズルに蛍光体粉末が詰まるという問題もあり、実用的に用いることはできなかった。

#### 発明の開示

本発明者らは、上記欠点のないプラズマディスプレイの製造手段について鋭意検討した結果、下記の本発明に到達した。

本発明の目的は、蛍光体層を高精細な隔壁間に高精度かつ簡便に形成できるプラズマディスプレイの製造方法を提供することにある。

本発明の他の目的は、上記の高品質なプラズマディスプレイを連続的に高い生産性レベルで生産するための製造装置を提供することにある。

本発明のさらに他の目的は、以下の説明から明らかになるであろう。

本発明のこれらの目的は、下記の構成を有するプラズマディスプレイの製造方法と製造装置によって、工業的に有利に達成された。

本発明のプラズマディスプレイの製造方法は、複数の隔壁を形成した基板上に、蛍光体粉末と有機化合物を含む蛍光体ペーストを複数の吐出口を有する口金から連続的に吐出して蛍光体層を形成することを特徴とする。また、本発明のプラズマディスプレイの製造方法は、複数の隔壁を形成した基板上に、赤色、緑色、青色に発光する蛍光体粉末をそれぞれ含む3種類の蛍光体ペーストを、吐出口を有する口金から基板の隔壁間にストライプ状にそれぞれ塗布した後、加熱することにより蛍光体層を形成することを特徴とする製造方法である。

さらに本発明のプラズマディスプレイの製造方法は、次の好ましい実施態様を包含している。

(1) 隔壁間隔 (S) と吐出口の平均孔径 (D) が、下記式の条件を満たすこと。

$$10 \mu\text{m} \leq D \leq S \leq 500 \mu\text{m}$$

(2) 吐出口が平板、ノズルまたはニードルであること。

(3) 20～2000個、より好ましくは150～2000個の吐出口を有する口金を用いること。

(4) 吐出口数が  $16n \pm 5$  (nは自然数) の範囲である口金を用いること。

(5) 吐出口のピッチが、0.12～3mmである口金を用いること。

(6) 吐出口のピッチが、隔壁ピッチの3m倍 (mは1～10の整数) である口金を用いること。

(7) 吐出口の長さ (L) と吐出口の平均孔径 (D) が、下記式を満たす口金を用いること。

$$L/D = 0.1 \sim 600$$

(8) 吐出口の平均孔径 (D) が、60～400  $\mu\text{m}$  の口金により塗布すること。

- (9) ガラス基板上に形成された隔壁の上端部から口金の吐出口先端部の間隔が、  
0.01~2mmの状態では蛍光体ペーストを塗布すること。
- (10) 1つの口金から異なる色に発色する蛍光体を含有するペーストを吐出し、かつ、該異なる色の蛍光体ペーストを吐出する吐出口の最短間隔が600 $\mu$ m以上であること。
- (11) 独立した2基以上の口金から同時に塗布すること、そして2基以上の口金を同速度で走行させて塗布すること。
- (12) 1色ごとに塗布して、1色塗布するごとに乾燥工程を経ること。
- (13) 口金と基板を該ガラス基板上の隔壁に対して平行に相対移動させること。
- (14) 蛍光体ペーストの吐出を止める際に、口金内部を負圧の状態とすること。
- (15) 口金と基板の該基板上の隔壁に対して平行に相対移動を開始以降に蛍光体ペースト吐出を開始し、かつ、前記相対移動終了以前に吐出を止めること。
- (16) 蛍光体粉末として、50重量%粒子径が0.5~10 $\mu$ m、比表面積0.1~2m<sup>2</sup>/gである蛍光体粉末を用いること。
- (17) 蛍光体粉末30~60重量%、バインダー樹脂5~20重量%および溶媒で構成され、かつ蛍光体粉末とバインダー樹脂との重量比が6:1~3:1である蛍光体ペーストを用いること。
- (18) バインダー樹脂が、セルロース化合物であること。
- (19) 溶媒が、テルピネオールを含む溶媒であること。
- (20) 赤色、緑色、青色に発光する蛍光体粉末をそれぞれ含む3種類の蛍光体ペーストを、ガラス基板上の隔壁間にそれぞれ塗布することにより蛍光面を形成するプラズマディスプレイの製造方法であって、所定の塗布位置以外に存在する蛍光体を、粘着体に付着させることにより、除去すること。
- (21) 隔壁の上端部に位置する蛍光体を、粘着体に付着させることにより、除去すること。
- (22) 隔壁高さH $\mu$ m、隔壁ピッチP $\mu$ m、隔壁線幅W $\mu$ m、蛍光体ペースト中に含まれる蛍光体粉末の比率a(vol%)の間に下記の関係が成り立つ蛍光体ペーストを用いること。  

$$(2H + P - W) \times 5 \leq H \times (P - W) \times a / 100 \leq (2H + P - W) \times 30$$

- (23) 蛍光体ペーストとして、粘度が  $2 \sim 50 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  のペーストを用いること。  
(24) 蛍光体ペーストが感光性蛍光体ペーストであること。  
(25) 感光性蛍光体ペーストとして、下記組成のペーストを用いること。

有機成分 : 15 ~ 60 重量部

蛍光体粉末 : 40 ~ 85 重量部

溶媒 : 10 ~ 50 重量部

- (26) 隔壁層が、下記のディメンジョンを有するストライプ形状であること。

ピッチ :  $100 \sim 250 \mu\text{m}$

線幅 : 15 ~  $40 \mu\text{m}$

高さ :  $60 \sim 170 \mu\text{m}$

- (27) 隔壁の上面が黒色であること。

- (28) 蛍光体層の隔壁高さの半分の位置での側面厚み (T1) と底部厚み (T2) の間で、下記の関係を満たすこと。

$$10 \leq T1 \leq 50 \mu\text{m}$$

$$10 \leq T2 \leq 50 \mu\text{m}$$

$$0.2 \leq T1 / T2 \leq 5$$

また、本発明のプラズマディスプレイの製造装置は、表面に複数の隔壁が形成されている基板を固定するテーブルと、前記基板の隔壁と対面して複数の吐出口を有する口金と、前記口金に蛍光体ペーストを供給する供給手段と、前記テーブルと前記口金を3次元的に相対移動させる移動手段を備えてなることを特徴とする。

本発明のプラズマディスプレイの製造装置においては、次の好ましい実施態様を包含している。

- (29) 前記口金の吐出口の平均孔径 (D) が、隔壁間隔 (S) に対して以下の条件を満たすこと。

$$10 \mu\text{m} \leq D \leq S \leq 500 \mu\text{m}$$

- (30) 前記口金の吐出口の形状が円形でなく、かつ、隔壁と略直交する開口長さ (B) が、隔壁間隔 (S) に対して下記の条件を満たすこと。

$$10 \mu\text{m} \leq B \leq S \leq 500 \mu\text{m}$$

(31) 前記口金の吐出口のピッチが、隔壁ピッチの3m倍（mは1～10の整数）であること。

(32) 前記口金の吐出口が同一面上にあること。

(33) 前記口金の吐出口を同一形状のパイプを配して構成したこと。

(34) 前記口金の吐出口数が20～2000個であること。

(35) 前記口金の吐出口数が $16n \pm 5$ （nは自然数）の範囲であること。

(36) 前記口金の吐出口のピッチが0.12～3mmであること。

(37) 前記口金の吐出口の平均孔径（D）と吐出口の長さ（L）が、下式を満たすこと。

$$L/D = 0.1 \sim 600$$

(38) 前記口金の吐出口の平均孔径が、60～400 $\mu$ mであること。

(39) 前記口金の吐出口の中心が各々の隔壁間の上にあるように配されたこと。

(40) 前記口金の吐出口面および／または吐出口内壁に、フッ素系樹脂皮膜がコーティングされていること。

(41) 前記口金の吐出口面および／または吐出口内壁に、非晶質の炭素皮膜がコーティングされていること。

(42) 前記口金は、複数の蛍光体ペースト貯蔵部と、前記貯蔵部に蛍光体ペーストを供給する蛍光体ペースト供給口と、前記貯蔵部と前記吐出口を流体的に連結するパス部を有し、さらに前記吐出口は該貯蔵部よりも数多くあり、かつ、各々の前記貯蔵部に対応する前記吐出口が一定の順番で周期的に略一直線上に配列されていること。

(43) 2基以上の口金を配したこと。

(44) 複数の異なる種類の蛍光体ペーストに対応して、複数の口金と、各々の口金に対応して蛍光体ペーストを供給する複数の蛍光体ペースト供給装置を有し、基板の隔壁間に複数種類の蛍光体ペーストを同時に塗布するようになったこと。

(45) 前記口金内の圧力を大気圧から負圧まで任意に設定できる圧力調整手段と、圧力調整のタイミングを制御する制御手段とを有すること。

(46) 前記口金の吐出口の位置を検知する検知手段と、基板の隔壁または隔壁間の



位置を検知する検知手段と、基板上の隔壁の上端部の位置を検知する検知手段と、口金の吐出口先端部の位置を検知する検知手段と、前記口金の吐出口に対する基板の相対位置に応じて蛍光体ペーストの吐出開始および終了の実行を制御する制御手段を設けたこと。

- (47) 前記口金の傾き度を基板の隔壁上端部に対して調整する調整手段と、前記口金の吐出口先端部を基板の隔壁上端部に対して略平行で所定間隔をおいて設置させる制御手段を有すること。
- (48) 前記口金から基板上に吐出された蛍光体ペーストの基板内での位置を検出する検出手段を設けたこと。
- (49) 基板上の隔壁または隔壁間の数を検知する検知手段と、検知した隔壁数または隔壁間数から塗布すべき隔壁間を認知する認知手段を設けたこと。
- (50) 基板上に設けられた原点マークを検知する原点マーク検知手段と、検知した原点マークを基準に、口金の吐出口が蛍光体ペーストを塗布すべき隔壁間の上にあるように、前記口金と隔壁を相対的に移動させる移動手段および制御手段を設けたこと。
- (51) 前記口金の吐出口面を清浄化する手段を設けたこと。
- (52) 基板の所定の塗布位置以外に存在する蛍光体ペーストを除去する手段を設けたこと。
- (53) 表面に隔壁が形成されている基板を固定するテーブルと、基板の隔壁と対面して複数の吐出口を有する口金と、前記口金に蛍光体ペーストを供給する供給手段と、前記テーブルと前記口金を3次元的に相対移動させる移動手段を備えた塗布装置を、3種類の蛍光体ペーストに対応して3台直列に配置したこと。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明の感光体ペーストの塗布工程の一例を説明するための塗布装置の概略図である。

図2は、本発明のプラズマディスプレイ用の基板と塗布用の口金の関係を説明するための断面図である。

図3は、本発明の一実施態様に係るプラズマディスプレイの製造装置の概略

を示す全体斜視図である。

図4は、図3に示したプラズマディスプレイの製造装置の要部を説明するための概略図である。

図5は、本発明で用いられる口金の一例を示す斜視図である。

図6は、本発明で用いられる他の口金の一例を示す斜視図である。

図7は、本発明で用いられるさらに他の口金の一例を示す断面図と底面図である。

図8は、本発明の他の実施態様に係るプラズマディスプレイの製造装置の斜視図である。

図9は、本発明のプラズマディスプレイの製造装置における口金の吐出口面の清浄装置を示す側面図である。

上記の図において、符号はそれぞれ下記を表す。

- 2 基台
- 4 基板
- 6 テーブル
- 7 吸引孔
- 8 ガイド溝レール
- 9 スライド脚
- 10 フィードスクリュー
- 11 コネクタ
- 12 軸受
- 16 ACサーボモータ
- 20 口金
- 22ホルダー
- 24 水平バー
- 26 リニアアクチュエータ
- 28 昇降ブラケット
- 29 伸縮ロッド
- 30 昇降機構

- 3 2 Y軸移動ブラケット
- 3 4 支柱
- 3 6 幅方向移動機構
- 3 8 センサ支柱
- 4 0 高さセンサ
- 4 1 マニホールド
- 4 2 蛍光体ペースト
- 4 4 吐出口
- 4 6 供給ホース
- 4 8 吐出用電磁切換え弁
- 5 0 供給ユニット
- 5 2 吸引ホース
- 5 4 吸引用電磁切換え弁
- 5 6 蛍光体ペーストタンク
- 5 8 供給装置コントローラ
- 6 0 全体コントローラ
- 6 2 モータコントローラ
- 6 4 センサーブラケット
- 6 6 位置センサー
- 6 8 位置センサ
- 7 0 カメラ支柱
- 7 2 カメラ
- 7 4 画像処理装置
- 7 6 昇降機構用アクチュエータ
- 7 8 幅方向移動機構用アクチュエータ
- 5 0 1 吐出口
- 6 0 1 バイブ
- 7 0 1 蛍光体ペースト供給口
- 7 0 2 蛍光体ペースト貯蔵部

- 7 0 3 パス部
- 7 0 4 吐出口
- 8 0 1 口金
- 8 0 2 口金
- 9 0 1 清浄装置
- 9 0 2 吐出口面
- 9 0 3 拭取り部材
- 9 0 4 ブラケット
- 9 0 5 トレイ
- 9 0 6 排出口
- 9 0 7 チューブ
- 9 0 8 昇降部
- 9 0 9 ガイド
- 9 1 0 移動ユニット
- 9 1 1 架台
- 9 1 2 ボールねじ

#### 発明を実施するための最良の形態

プラズマディスプレイ（PDP）は、主に前面板と背面板とからなり、その両者間には希ガスが封入されている。

背面板については、駆動電圧を印加するための電極や放電セルを仕切るための隔壁を形成した基板上に、蛍光体層を形成する必要がある。また、その基板上にさらに誘電体層を形成することによって放電安定化を図る場合もある。基板としては、ソーダガラスやプラズマディスプレイ用に市販されているPD200（旭硝子社製）等のガラス基板や、セラミックス製の基板を用いることができる。基板厚みは、好ましくは1～3mm、より好ましくは2～3mmのガラスを用いることができる。

この基板上に、導電性の金属からなる電極が形成される。好ましく用いられる電極材料としては、金、銀、銅、クロム、パラジウム、アルミニウムおよびニッケルから選ばれる少なくとも1種類を含む金属材料が挙げられる。これらの金属

材料を用いて、好ましくは0.1～10 $\mu$ m、より好ましくは1～5 $\mu$ mの厚みで、必要なパターン形状の電極を形成する。

電極パターンを形成する方法としては、上記金属粉末とエチルセルロースに代表されるセルロース化合物を含む有機バインダーと混練して得られた金属ペーストを、ガラス基板上にスクリーン版を用いてパターン印刷する方法や、あるいは真空蒸着やスパッタリングでガラス基板上に金属膜を形成した後に、レジストを用いてエッチングを行なう方法などを用いることができる。また、他の好ましい方法の一つは、金属粉末と感光性有機成分を含む有機バインダー成分を混練して得られた感光性ペーストを、ガラス基板上に塗布した後、フォトマスクを用いてパターン露光を行ない、現像により現像液の可溶部分を除去した後に、500～600℃で焼成することによって電極を形成する方法であり、高精細な電極を高精細に形成できる。

この電極上には、さらに誘電体層を形成することにより発光を安定化することができる。誘電体は、ガラス粉末とエチルセルロースに代表されるセルロース化合物を含む有機バインダーからなるガラスペーストを塗布した後に、450～600℃で焼成することにより形成することができる。

隔壁を形成する方法としては、種々の方法が適用できる。例えば、ガラス粉末とエチルセルロースに代表されるセルロース化合物を含む有機バインダーからなるガラスペーストを、スクリーン版を用いてパターン形状に多層印刷した後に、450～600℃で焼成することによって形成することができる。

また、隔壁は、基板上にガラスペーストを全面塗布した後、ドライフィルムレジストをラミネート後、フォトリソグラフィーにより形成したパターンをマスクにして、サンドブラストにより研削した後に焼成することによって形成することができる。好ましい隔壁の形成方法の一つは、ガラス粉末と感光性有機成分を混練して得られた感光性ガラスペーストを基板上に全面塗布した後に、フォトマスクを用いてフォトリソグラフィーによりパターン形成および焼成を行なう方法である。形成される隔壁としては、各放電セルの放電を仕切るためにストライプ形状や格子状の隔壁が用いられるが、ストライプ形状の隔壁の方が、低コストで簡単に形成することができるので好ましい。

特に、本発明によれば、従来のスクリーン印刷では形成が困難な、高精細の隔壁を形成したガラス基板上に、蛍光体層を形成することができる。例えば、隔壁層が、下記の好ましいディメンジョンを有するストライプ形状の隔壁の場合に、スクリーン印刷法に比べて、欠陥のない蛍光体層を形成することができる。

ピッチ：100～250  $\mu\text{m}$

線幅：15～40  $\mu\text{m}$

高さ：60～170  $\mu\text{m}$

隔壁と隔壁の間に吐出口を設定する場合に、基板上に形成された隔壁の上面を黒色にすることにより、画像認識が一層容易にすることができる。

本発明では、上記のように隔壁が形成されたガラス基板上に、蛍光体粉末を含むペーストを複数の吐出口をもつ口金から吐出して、蛍光体層を形成する。

用いられる蛍光体粉末としては、赤、青、緑に発光する蛍光体粉末が用いられる。本発明で使用する蛍光体粉末としては、例えば、赤色では、 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$ 、 $\text{YVO}_4:\text{Eu}$ 、 $(\text{Y}, \text{Gd})\text{BO}_3:\text{Eu}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3\text{S}:\text{Eu}$ 、 $\gamma\text{-Zn}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Mn}$ 、 $(\text{ZnCd})\text{S}:\text{Ag} + \text{In}_2\text{O}_3$ などが挙げられる。緑色では、 $\text{Zn}_2\text{GeO}_2:\text{M}$ 、 $\text{BaAl}_{12}\text{O}_{19}:\text{Mn}$ 、 $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}$ 、 $\text{LaPO}_4:\text{Tb}$ 、 $\text{ZnS}:\text{Cu}, \text{Al}$ 、 $\text{ZnS}:\text{Au}, \text{Cu}, \text{Al}$ 、 $(\text{ZnCd})\text{S}:\text{Cu}, \text{Al}$ 、 $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}, \text{As}$ 、 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 、 $\text{CeMgAl}_{11}\text{O}_{19}:\text{Tb}$ 、 $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Tb}$ 、 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Tb}$ 、 $\text{ZnO}:\text{Zn}$ などが挙げられる。青色では、 $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$ 、 $\text{BaMgAl}_{14}\text{O}_{23}:\text{Eu}$ 、 $\text{BaMgAl}_{16}\text{O}_{27}:\text{Eu}$ 、 $\text{BaMg}_2\text{Al}_{14}\text{O}_{24}:\text{Eu}$ 、 $\text{ZnS}:\text{Ag} + \text{赤色顔料}$ 、 $\text{Y}_2\text{SiO}_3:\text{Ce}$ などが挙げられる。

また、本発明では、ツリウム (Tm)、テルビウム (Tb) およびユーロピウム (Eu) からなる群より選ばれた少なくとも1つの元素で、イットリウム (Y)、ガドリウム (Gd) およびルテチウム (Lu) から選ばれた少なくとも1つの母体構成稀土類元素を置換した、タンタル酸稀土類蛍光体が利用できる。好ましいタンタル酸稀土類蛍光体は、組成式  $\text{Y}_{1-x}\text{Eu}_x\text{TaO}_4$  (式中、Xはおおよそ0.05～0.1である) で表されるユーロピウム付活タンタル酸イットリウム蛍光体である。赤色蛍光体には、ユーロピウム付活タンタル酸イットリウムが好まし

く、緑色蛍光体には、タンタル酸稀土類蛍光体が組成式  $Y_{1-x}Tb_xTaO_4$  (式中、 $X$ はおよそ  $0.001 \sim 0.2$  である) で表されるテルビウム付活タンタル酸イットリウムが好ましい。青色蛍光体には、タンタル酸稀土類蛍光体が  $Y_{1-x}Tb_xTaO_4$  (式中、 $X$ はおよそ  $0.001 \sim 0.2$  である) で表されるツリウム付活タンタル酸イットリウムが好ましい。また、緑色蛍光体には、 $Mn$  がケイ酸亜鉛 ( $Zn_2SiO_4$ ) 母体量に対して  $0.2$  重量%以上、 $0.1$  重量%未満付活された平均粒子径  $2.0 \mu m$  以上  $8.0 \mu m$  以下のマンガン付活亜鉛蛍光体 ( $Zn_2SiO_4:Mn$ ) および一般式が  $(Zn_{1-x}Mn_x)O \cdot \alpha SiO_2$  (式中、 $X$  および  $\alpha$  は、 $0.01 \leq X \leq 0.2$ 、 $0.5 < \alpha \leq 1.5$  の範囲の値である) で表されるマンガン付活ケイ酸亜鉛蛍光体が好ましい。

上記において使用される蛍光体粉末の粒子径は、作製しようとする蛍光体層パターンの線幅、線間隔 (スペース) および厚みを考慮して選ばれるが、 $50$  重量%粒子径が  $0.5 \sim 10 \mu m$ 、比表面積  $0.1 \sim 2 m^2/g$  であることが好ましい。より好ましくは  $50$  重量%粒子径が  $0.5 \sim 5 \mu m$ 、比表面積が  $0.2 \sim 1.0 m^2/g$  である。粒子径と比表面積がこの範囲にあると、ペーストの混練性が向上し、緻密な蛍光体層を形成することができるため、発光効率が向上でき、高寿命になるので好ましい。粉末の粒子径が  $0.5 \mu m$  未満、比表面積が  $2 m^2/g$  以上になると、粉末が細くなりすぎて、発光輝度が低下するまでの寿命が短くなる。

蛍光体粉末の形状としては、多面体状 (粒状) の粉末が好ましく使用できるが、凝集のない粉末が好ましい。その中でも、球状の粉末は、緻密な蛍光体層を形成することができることから、発光効率を向上できるメリットがあり、しかも、露光時に散乱の影響を少なくできるのでより好ましい。蛍光体粉末の球形率が  $80$  個数%以上の粒子形状を有していることが好ましい。さらに好ましくは、球形率が  $90$  個数%以上である。球形率  $80$  個数%未満の場合には、紫外線露光時に蛍光体粉末による散乱の影響を受けて高精細なパターンが得られにくくなる。球形率の測定は、蛍光体粉末を光学顕微鏡で  $300$  倍の倍率にて撮影し、このうち計数可能な粒子を計数することにより行ない、球形の粉末の比率を球形率とする。

本発明で使用される有機成分には、バインダー樹脂、溶媒および必要に応じて可塑剤、分散剤、レベリング剤などの添加物が含まれる。

バインダー樹脂の具体的な例としては、ポリビニルブチラール、ポリビニルアセテート、ポリビニルアルコール、ポリエチレン、シリコンポリマー（例えば、ポリメチルシロキサン、ポリメチルフェニルシロキサン）、ポリスチレン、ブタジエン/スチレンコポリマー、ポリスチレン、ポリビニルピロリドン、ポリアミド、高分子量ポリエーテル、エチレンオキシドとプロピレンオキシドのコポリマー、ポリアクリルアミドおよび種々のアクリルポリマー（例えば、ポリアクリル酸ナトリウム、ポリ低級アルキルアクリレート、ポリ低級アルキルメタクリレートおよび低級アルキルアクリレートおよびメタクリレートの種々のコポリマーおよびマルチポリマーが挙げられる。また、好ましいバインダー樹脂として、セルロース化合物（例えば、メチルセルロース、エチルセルロース、ヒドロキシエチルセルロース、メチルヒドロキシエチルセルロース）などを用いることによって、焼成後のバインダー残りが少ない蛍光体層を形成することができる。

可塑剤の具体的な例としては、ジブチルフタレート、ジオクチルフタレート、ポリエチレングリコール、グリセリンなどが挙げられる。

溶媒の具体的な例としては、テルピネオール、イソブチルアルコール、イソプロピルアルコール、ベンジルアルコール、2-フェノキシエタノール、 $\gamma$ -フェニルアリルアルコール、ジメチルベンジルカルビノール、 $\beta$ -フェニルエチルアルコール、メチルセロソルブ、エチルセロソルブ、ブチルセロソルブ等のアルコール系溶媒、メチルエチルケトン、ジオキサン、アセトン、シクロヘキサノン、シクロペンタノン、テトラヒドロフラン、ブチルカルビトールアセテート、ジメチルスルフォキシド、 $\gamma$ -ブチロラクトン、プロモベンゼン、クロロベンゼン、ジプロモベンゼン、ジクロロベンゼン、プロモ安息香酸、クロロ安息香酸などやこれらのうちの1種以上を含有する有機溶媒混合物が用いられる。特に、アルコール系溶媒が粉末を分散させる上で有利である。中でも、テルピネオールが特に好ましい。また、テルピネオールとベンジルアルコール等の他のアルコール系溶媒を混合して用いることによって、ペーストの粘度調整が容易になる。

上記の蛍光体粉末とバインダーおよび溶媒を所望の比率で混合・混練して蛍光体ペーストを作製するが、好ましくは2~50 Pa・sの粘度のペーストを用いることにより、ペーストを塗布した際に隔壁側面の厚みをコントロールすること



が容易となり、輝度および表示の均一性を高めるために有効である。

蛍光体粉末とバインダー樹脂の重量比が6:1~3:1である蛍光体ペーストを使用すると、高精細のPDPを作製する際に、厚みの均一性を一層高めることができる。好ましいペーストの組成は、赤、緑、青いずれか1色に発光する蛍光体粉末30~60重量%、バインダー樹脂5~20重量%および溶媒20~65重量%の組成であり、このような組成とすることによって、ペースト塗布後の乾燥条件によることなく、隔壁側面と放電空間底部に均一な厚みの蛍光体層を形成できる。

また、ペーストの組成について、作製するプラズマディスプレイの隔壁高さを $H\mu\text{m}$ 、隔壁ピッチ $P\mu\text{m}$ 、隔壁線幅 $W\mu\text{m}$ としたとき、蛍光体ペースト中に含まれる蛍光体粉末の比率 $a$  (vol%)の間に、下記式の関係が成り立つ組成とすることによって、隔壁側面と放電空間の底部に均一な厚みの蛍光体層を形成できる。

$$(2H + P - W) \times 5 \leq H \times (P - W) \times a \leq (2H + P - W) \times 30$$

本発明では、蛍光体ペースト中に有機染料を添加することによって、塗布部分と塗布されていない部分を見分け易くすることができる。この場合、RGBのそれぞれの蛍光体層に異なる色を発色する有機染料を添加することによって、塗布後の欠陥検査が一層容易になる。有機染料としては、ロイコ系染料、アゾ系染料、アミノケトン系染料、キサンテン系染料、キノリン系染料、アミノケトン系染料、アントラキノン系、ベンゾフェノン系、ジフェニルシアノアクリレート系、トリアジン系、p-アミノ安息香酸系染料などが使用できる。具体的には、スダンブルー、スダン4、ピクトリアピュアブルー、ナイルブルー、プリリアントグリーン、ニュートラルレッド、メチルバイオレット等を用いることができる。

本発明においては、バインダー樹脂として感光性化合物を含む感光性蛍光体ペーストを用いることもできる。感光性蛍光体ペーストを用いることにより、フォトマスクを用いて露光・現像を行ない不要な部分に付着した蛍光体ペーストを除去することができる。特に、塗布した蛍光体ペーストが隔壁の上面に付着した場合や、塗布すべきセルの隣のセルにはみ出した場合に、塗布すべき部分にのみ光を照射して、光が照射されていない部分を現像によって除去することにより、

混色や放電欠陥を防止することができる。

感光性蛍光体ペーストに用いられる感光性化合物を含む有機成分とは、感光性ポリマー、感光性モノマーおよび感光性オリゴマーのうち少なくとも1種類から選ばれる感光性成分を含有し、さらに必要に応じて光重合開始剤、増感剤紫外線吸収剤などの添加物を加えた成分である。

感光性蛍光体ペーストとして、有機成分15～60重量部、蛍光体粉末40～85重量部、溶媒10～50重量部からなる組成のペーストが、厚み均一性、パターン形成性を向上させる上で有効である。

本発明で用いられる感光性化合物を含む有機成分の量は、15～60重量%であることが好ましい。15重量%未満では感光不足のためパターン性が劣化し、60重量%燃り多いと、焼成時の脱バインダー性が悪く焼成不足になる傾向を示す。

本発明で用いられる感光性成分には、光不溶化型のものと光可溶化型の感光性成分がある。光不溶化型のものとしては、

- (A) 分子内に不飽和基などを1つ以上有する官能性のモノマー、オリゴマー、ポリマーを含有するもの、
- (B) 芳香族ジアゾ化合物、芳香族アジド化合物、有機ハロゲン化合物などの感光性化合物を含有するもの、および
- (C) ジアゾ系アミンとホルムアルデヒドとの縮合物などいわゆるジアゾ樹脂といわれるもの等がある。

また、光可溶型のものとしては、

- (D) ジアゾ化合物の無機塩や有機酸とのコンプレックス、キノンジアゾ類を含有するもの、
- (E) キノンジアゾ類を適当なポリマーバインダーと結合させた、例えばフェノール、ノボラック樹脂のナフトキノン1, 2-ジアジド-5-スルホン酸エステル等がある。

本発明で用いられる感光性成分としては、上記のすべてを用いることができるが、上記(A)の感光性成分が特に好ましい。また、本発明では、感光性ペーストに、無機微粒子を混合して簡便に用いることもできる。

感光性モノマーは、炭素-炭素不飽和結合を含有する化合物である。その具体的な例として、メチルアクリレート、エチルアクリレート、*n*-プロピルアクリレート、イソプロピルアクリレート、*n*-ブチルアクリレート、*sec*-ブチルアクリレート、*sec*-ブチルアクリレート、イソブチルアクリレート、*tert*-ブチルアクリレート、*n*-ペンチルアクリレート、アリルアクリレート、ベンジルアクリレート、ブトキシエチルアクリレート、ブトキシトリエチレングリコールアクリレート、シクロヘキシルアクリレート、ジシクロペンタニルアクリレート、ジシクロペンテニルアクリレート、2-エチルヘキシルアクリレート、グリセロールアクリレート、グリシジルアクリレート、ヘプタデカフロロデシルアクリレート、2-ヒドロキシエチルアクリレート、イソボニルアクリレート、2-ヒドロキシプロピルアクリレート、イソデシルアクリレート、イソオクチルアクリレート、ラウリルアクリレート、2-メトキシエチルアクリレート、メトキシエチレングリコールアクリレート、メトキシジエチレングリコールアクリレート、オクタフロロペンチルアクリレート、フェノキシエチルアクリレート、ステアリルアクリレート、トリフロロエチルアクリレート、アリル化シクロヘキシルジアクリレート、1, 4-ブタンジオールジアクリレート、1, 3-ブチレングリコールジアクリレート、エチレングリコールジアクリレート、ジエチレングリコールジアクリレート、トリエチレングリコールジアクリレート、ポリエチレングリコールジアクリレート、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート、ジペンタエリスリトールモノヒドロキシペンタアクリレート、ジトリメチロールプロパンテトラアクリレート、グリセロールジアクリレート、メトキシ化シクロヘキシルジアクリレート、ネオペンチルグリコールジアクリレート、プロピレングリコールジアクリレート、ポリプロピレングリコールジアクリレート、トリグリセロールジアクリレート、トリメチロールプロパントリアクリレート、アクリルアミド、アミノエチルアクリレート、フェニルアクリレート、フェノキシエチルアクリレート、ベンジルアクリレート、1-ナフチルアクリレート、2-ナフチルアクリレート、ビスフェノールAジアクリレート、ビスフェノールA-エチレンオキサイド付加物のジアクリレート、ビスフェノールA-プロピレンオキサイド付加物のジアクリレート、チオフェノールアクリレート、ベンジルメルカプタ

ンアクリレート、また、これらの芳香環の水素原子のうち、1～5個を塩素または臭素原子に置換したモノマー、もしくは、スチレン、p-メチルスチレン、o-メチルスチレン、m-メチルスチレン、塩素化スチレン、臭素化スチレン、 $\alpha$ -メチルスチレン、塩素化 $\alpha$ -メチルスチレン、臭素化 $\alpha$ -メチルスチレン、クロロメチルスチレン、ヒドロキシメチルスチレン、カルボキシメチルスチレン、ビニルナフタレン、ビニルアントラセン、ビニルカルバゾール、および、上記化合物の分子内のアクリレートを一部もしくはすべてをメタクリレートに変えたものの、 $\gamma$ -メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、1-ビニル-2-ピロリドンなどが挙げられる。本発明ではこれらを1種または2種以上使用することができる。

感光性ペーストには、これら以外に、不飽和カルボン酸等の不飽和酸を加えることによって、感光後の現像性を一層向上させることができる。不飽和カルボン酸の具体的な例としては、アクリル酸、メタアクリル酸、イタコン酸、クロトン酸、マレイン酸、フマル酸、ビニル酢酸、またはこれらの酸無水物などが挙げられる。

バインダーとしては、ポリビニルアルコール、ポリビニルブチラール、メタクリル酸エステル重合体、アクリル酸エステル重合体、アクリル酸エステル-メタクリル酸エステル共重合体、 $\alpha$ -メチルスチレン重合体、ブチルメタクリレート樹脂などが挙げられる。

また、前述の炭素-炭素二重結合を有する化合物のうち少なくとも1種類を重合して得られたオリゴマーやポリマーを用いることができる。重合する際に、これらのモノマーの含有率が10重量%以上、さらに好ましくは35重量%以上になるように、他の感光性のモノマーと共重合することができる。

共重合するモノマーとしては、不飽和カルボン酸等の不飽和酸を共重合することによって、感光後の現像性を一層向上させることができる。不飽和カルボン酸の具体的な例としては、アクリル酸、メタアクリル酸、イタコン酸、クロトン酸、マレイン酸、フマル酸、ビニル酢酸、またはこれらの酸無水物などが挙げられる。

このようにして得られた側鎖にカルボキシル基等の酸性基を有するポリマーもしくはオリゴマーの酸価(AV)は、好ましくは50～180、さらに好ましく

は70～140の範囲である。酸価が180を超えると、現像許容幅が狭くなり、また、酸価が50未満になると、未露光部の現像液に対する溶解性が低下するようになるため現像液濃度を濃くすることになり、露光部まで剥がれが発生し、高精細なパターンが得られにくい。

本発明では、上記したポリマーもしくはオリゴマーに対して、光反応性を側鎖または分子末端に付加させることによって、感光性をもつ感光性ポリマーや感光性オリゴマーとして用いることができる。好ましい光反応性基は、エチレン性不飽和基を有するものである。エチレン性不飽和基としては、ビニル基、アリル基、アクリル基、メタクリル基などが挙げられる。

このような側鎖をオリゴマーやポリマーに付加させる方法には、ポリマー中のメルカプト基、アミノ基、水酸基やカルボキシル基に対して、グリシジル基やイソシアネート基を有するエチレン性不飽和化合物やアクリル酸クロライド、メタクリル酸クロライドまたはアリルクロライドを付加反応させる方法がある。

グリシジル基を有するエチレン性不飽和化合物としては、アクリル酸グリシジル、メタクリル酸グリシジル、アリルグリシジルエーテル、エチルアクリル酸グリシジル、クロトン酸グリシジルエーテル、クロトン酸グリシジルエーテル、イソクロトン酸グリシジルエーテルなどが挙げられる。

イソシアネート基を有するエチレン性不飽和化合物としては、(メタ)アクリロイルイソシアネート、(メタ)アクリロイルエチルイソシアネート等がある。

また、グリシジル基やイソシアネート基を有するエチレン性不飽和化合物やアクリル酸クロライド、メタクリル酸クロライドまたはアリルクロライドは、ポリマー中のメルカプト基、アミノ基、水酸基やカルボキシル基に対して0.05～1モル当量付加させることが好ましい。

光重合開始剤としての具体的な例として、ベンゾフェノン、*o*-ベンゾイル安息香酸メチル、4,4-ビス(ジメチルアミン)ベンゾフェノン、4,4-ビス(ジエチルアミノ)ベンゾフェノン、4,4-ジクロロベンゾフェノン、4-ベンゾイル-4-メチルジフェニルケトン、ジベンジルケトン、フルオレノン、2,2-ジエトキシアセトフェノン、2,2-ジメトキシ-2-フェニル-2-フェニルアセトフェノン、2-ヒドロキシ-2-メチルプロピオフェノン、*p*-*t*-

ブチルジクロロアセトフェノン、チオキサントン、2-メチルチオキサントン、2-クロロチオキサントン、2-イソプロピルチオキサントン、ジエチルチオキサントン、ベンジル、ベンジルジメチルケタノール、ベンジルメトキシエチルアセタール、ベンゾイン、ベンゾインメチルエーテル、ベンゾインブチルエーテル、アントラキノン、2-*t*-ブチルアントラキノン、2-アミルアントラキノン、 $\beta$ -クロルアントラキノン、アントロン、ベンズアントロン、ジベンゾスベロン、メチレンアントロン、4-アジドベンザルアセトフェノン、2, 6-ビス (p-アジドベンジリデン) シクロヘキサノン、2, 6-ビス (p-アジドベンジリデン) -4-メチルシクロヘキサノン、2-フェニル-1, 2-ブタジオン-2-(*o*-メトキシカルボニル) オキシム、1-フェニル-プロパンジオン-2-(*o*-エトキシカルボニル) オキシム、1, 3-ジフェニル-プロパントリオン-2-(*o*-エトキシカルボニル) オキシム、1-フェニル-3-エトキシ-プロパントリオン-2-(*o*-ベンゾイル) オキシム、ミヒラーケトン、2-メチル-[4-(メチルチオ) フェニル]-2-モルフォリノ-1-プロパノン、ナフタレンスルホンクロライド、キノリンスルホンクロライド、N-フェニルチオアクリドン、4, 4-アゾビスイソブチロニトリル、ジフェニルジスルフィド、ベンズチアゾールジスルフィド、トリフェニルホスフィン、カンファーキノ、四臭素化炭素、トリプロモフェニルスルホン、過酸化ベンゾインおよびエオシン、メチレンブルーなどの光還元性の色素とアスコルビン酸、トリエタノールアミンなどの還元剤の組合せなどが挙げられる。本発明ではこれらを1種または2種以上使用することができる。

光重合開始剤は、感光性成分に対し、好ましくは0.1~6重量%、より好ましくは、0.2~5重量%の範囲で添加される。重合開始剤の量が少なすぎると光に対する感度が鈍くなり、光重合開始剤の量が多すぎると、露光部の残存率が小さくなりすぎる恐れがある。

感光性ペーストに、紫外線吸光剤を添加することも有効である。紫外線吸収効果の高い吸光剤を添加することによって、高アスペクト比、高精細および高解像度が得られる。紫外線吸光剤としては、有機系染料からなるもの、中でも350~450 nmの波長範囲で高UV吸収係数を有する有機系染料が好ましく用いら

れる。具体的には、アゾ系染料、アミノケトン系染料、キサンテン系染料、キノリン系染料、アミノケトン系染料、アントラキノ系、ベンゾフェノン系、ジフェニルシアノアクリレート系、トリアジン系、p-アミノ安息香酸系染料などが使用できる。有機系染料は、吸光剤として添加した場合にも、焼成後の絶縁膜中には残存せず、吸光剤による絶縁膜特性の低下を少なくできるので好ましい。これらの中でも、アゾ系およびベンゾフェノン系染料が特に好ましい。有機染料の添加量は好ましくは0.05～5重量%である。有機染料が少ないと、紫外線吸光剤の添加効果が減少し、多すぎると焼成後の絶縁膜特性が低下するので好ましくない。有機染料の添加量は、より好ましくは0.15～1重量%である。

有機顔料からなる紫外線吸光剤の添加方法の一例を上げると、有機顔料を予め有機溶媒に溶解した溶液を作製し、次にその有機溶媒中にガラス粉末を混合後、乾燥する方法である。この方法によって、ガラス粉末の個々の粉末表面に有機の膜をコートした、いわゆるカプセル状の粉末が作製できる。

増感剤は、感光性ペーストの感度を向上させるために添加される。増感剤の具体例としては、2,4-ジエチルチオキサントン、イソプロピルチオキサントン、2,3-ビス(4-ジエチルアミノベンザル)シクロペンタノン、2,6-ビス(4-ジメチルアミノベンザル)シクロヘキサノン、2,6-ビス(4-ジメチルアミノベンザル)-4-メチルシクロヘキサノン、ミヒラーケトン、4,4-ビス(ジエチルアミノ)-ベンゾフェノン、4,4-ビス(ジメチルアミノ)カルコン、4,4-ビス(ジエチルアミノ)カルコン、p-ジメチルアミノシンナミリデンインダノン、p-ジメチルアミノベンジリデンインダノン、2-(p-ジメチルアミノフェニルビニレン)-イソナフトチアゾール、1,3-ビス(4-ジメチルアミノベンザル)アセトン、1,3-カルボニル-ビス(4-ジエチルアミノベンザル)アセトン、3,3-カルボニル-ビス(7-ジエチルアミノクマリン)、N-フェニル-N-エチルエタノールアミン、N-フェニルエタノールアミン、N-トリルジエタノールアミン、N-フェニルエタノールアミン、ジメチルアミノ安息香酸イソアミル、ジエチルアミノ安息香酸イソアミル、3-フェニル-5-ベンゾイルチオテトラゾール、1-フェニル-5-エトキシカルボニルチオテトラゾールなどが挙げられる。本発明ではこれらを1種または2種

以上使用することができる。なお、増感剤の中には光重合開始剤としても使用できるものがある。増感剤を本発明の感光性ペーストに添加する場合、その添加量は感光性成分に対して通常0.05～10重量%、より好ましくは0.1～10重量%である。増感剤の量が少なすぎると光感度を向上させる効果が発揮されず、増感剤の量が多すぎると露光部の残存率が小さくなりすぎる恐れがある。

感光性蛍光体ペーストは、通常、蛍光体粉末、紫外線吸光剤、感光性ポリマー、感光性モノマー、光重合開始剤および溶剤の各種成分を所定の組成となるように調合した後、3本ローラーや混練機で均質に混合分散し作製する。

ペーストの粘度は、蛍光体粉末、有機溶媒、可塑剤および沈殿防止剤などの添加割合によって適宜調製されるが、その範囲は2～50 Pa・sが好ましく、より好ましくは5～20 Pa・sである。

次に、本発明の蛍光体層の形成について説明する。上記のようにして準備された蛍光体ペーストは、複数の隔壁を設けた基板の隔壁間（隔壁と隔壁の間）に塗布される。図1は、電極、誘電体、隔壁が設けられた基板の隔壁間に、口金の吐出口から、蛍光体ペーストが吐出され塗布されている状態を示している。また、図2は、このような基板と口金の位置関係を説明するために用意された図面であり、以下説明する本発明の理解に一層役立つ。

上記の蛍光体ペーストを吐出するための吐出口として、先端に吐出孔やノズル、ニードルを有する金属やセラミックス、プラスチック製の口金を有する口金を用いることができる。吐出口には、孔径（内径）10～500  $\mu\text{m}$ の吐出口を用いることができるが、好ましい孔径は50～500  $\mu\text{m}$ である。孔径が10  $\mu\text{m}$ よりも小さい場合は、蛍光体粉末による詰まりが生じやすく、また孔径が500  $\mu\text{m}$ よりも大きい場合は、高精細への塗布時に隣のセルに蛍光体ペーストが漏れ出すという課題がある。また、隣り合う隔壁の間隔（S）と吐出口の平均孔径（D）が、次式の条件を満たすことによって、隔壁上部への蛍光体ペーストの付着を一層抑制することができる。

$$10 \mu\text{m} \leq D \leq S \leq 500 \mu\text{m}$$

吐出口数（孔数）は1～6000個の孔を用いることができるが、20～2000個の孔が望ましい。吐出口数が少ないと、塗布するための時間がかかりすぎ



る。望ましくは150個以上にすることにより、高精細のPDPに対応する蛍光体層を短時間で形成することができる。孔数が2000個を超える場合は、吐出口部分の加工精度を確保することが困難になり、高精細のPDPに対応することは困難になる。また、吐出口数を $16n \pm 5$  ( $n$ は自然数)の範囲にすることによって、汎用の回路で駆動可能なPDPに対して、蛍光体層を形成することが容易になる。

吐出口のピッチは、0.12~3mmが望ましい。0.12mm未満では吐出口と吐出口の間隔が小さくなるため、口金作製が困難になり、また3mmより大きくなると、300 $\mu$ m以下のピッチで隔壁が形成されたガラス基板に塗布する場合には、塗布制御が困難になる。また、吐出口のピッチを隔壁ピッチの3m倍 ( $m$ は1~10の整数)にすることにより、精度良く効率的に塗布することができる。さらに、吐出口の長さ( $L$ )と吐出口の平均孔径( $D$ )について、下式を満たす口金を使うと、ペーストの吐出性が向上する。

$$L/D = 0.1 \sim 600$$

この $L/D$ が600を超えると、圧力損失が大きくなるため、ペーストの吐出量が少なくなり、蛍光体層の厚みが薄くなる。また、0.1未満になると、吐出口からのペーストのたれが大きくなる。

吐出口から蛍光体ペーストを吐出するためには、一定範囲の圧力で連続的にペーストを加圧して、その圧力でペーストを吐出することが好ましい。これにより、ペーストの吐出量を一定に保つことができるとともに、安定した塗布厚みを得ることができる。

図1に示したように、吐出口からペーストを吐出しながら、口金と基板を、基板上の隔壁に対して平行に相対移動させることにより、蛍光体ペーストを塗布することができる。この場合、基板を固定して口金を走行させてもよいし、口金を固定して基板の方を走行させてもよい。あるいは、両方を同時に走行させてもかまわない。

口金の吐出口から蛍光体ペーストの吐出を止める際に、口金内部を負圧の状態とすることにより、塗布端部の液だれがなく、塗布厚みばらつきなくペーストを塗布することができる。

また、口金とガラス基板の基板上の隔壁に対して平行に相対移動開始以降に蛍光体ペースト吐出を開始し、かつ相対移動終了以前に吐出を止めることによって、塗布端部の液だれによる厚みばらつきを抑制できる。

吐出する場合の吐出口先端部とガラス基板上に形成された隔壁上端部の間隔は、好ましくは0.01~2mm、より好ましくは0.05~0.5mmである。吐出口と隔壁上端部の接触を抑制するためには、この間隔は0.01mm以上、さらには0.05mm以上が一層好ましい。また、吐出口から吐出したペーストが途切れることを防止するためには、その間隔は2mm以下、さらには0.5mm以下が好ましい。

また、装置上に複数の口金を取り付けて同時に塗布することにより、効率よく短時間で塗布することができる。この場合、複数の口金を同じ速度で動かすことにより均一な厚みで塗布することができる。また、3つ以上の口金を取り付けて、その3つ以上の口金から異なる色に発色する蛍光体を含有するペーストを吐出することによって、1度にRGB3色を塗布することが可能になる。さらに、1つの口金から3色の蛍光体ペーストを吐出することもできる。この場合、異なる色の蛍光体ペーストを吐出する吐出口の最短間隔を600 $\mu$ m以上にすることによって、RGBそれぞれの蛍光体の混色を防止することができる。

また、高精細隔壁上に蛍光体層を形成する場合などは、1色ごとに塗布して、1色塗布するごとに乾燥工程を経ることにより、混色を防止することができる。

本発明において、蛍光体ペーストを吐出口から吐出した後、乾燥工程、焼成工程等の加熱工程を用いて、水や有機溶媒、有機成分等を蒸発もしくは分解して除去することにより、蛍光体層を形成することができる。

この場合の加熱工程において、通常、蛍光体塗布面を上にして乾燥するが、蛍光体塗布面を下にして乾燥してもよい。蛍光体塗布面を下にすることによって、蛍光体ペーストが隔壁側面を伝うことにより、隔壁側面に蛍光体層を形成することができる。蛍光体層を隔壁間の底部だけでなく隔壁側面にも形成することによって、蛍光体面の面積を大きくでき、プラズマディスプレイの輝度を向上させることができる。

また、蛍光体ペーストとして、感光性蛍光体ペーストを用いることによって、

フォトリソグラフィーによるパターン加工が可能になる。この場合、塗布工程を経て形成された蛍光体が隔壁の上部などの不要な部分に形成された蛍光体を取り除くのに有効である。

R G B各色の感光性蛍光体ペーストを吐出口から吐出して塗布した後、フォトマスクを介して露光し、露光部分のペーストを現像液に対して可溶化または不溶化することにより、現像工程で不要な部分を取り除き、蛍光体層を形成することができる。現像液は、感光性ペースト中の有機成分が溶解可能である有機溶媒を使用できる。またその有機溶媒に、その溶解力が失われない範囲で水を添加してもよい。感光性ペースト中にカルボキシル基等の酸性基をもつ化合物が存在する場合、アルカリ水溶液で現像できる。そのアルカリ水溶液として、水酸化ナトリウムや水酸化カルシウム水溶液などのような金属アルカリ水溶液を使用できるが、有機アルカリ水溶液を用いた方が焼成時にアルカリ成分を除去しやすいので好ましい。

有機アルカリとしては、アミン化合物を用いることができる。アミン化合物として、具体的に、テトラメチルアンモニウムヒドロキサイド、トリメチルベンジルアンモニウムヒドロキサイド、モノエタノールアミン、ジエタノールアミンなどが挙げられる。アルカリ水溶液の濃度は通常0.01~10重量%、より好ましくは0.1~5重量%である。アルカリ濃度が低すぎると未露光部が除去されにくく、アルカリ濃度が高すぎると、パターン部を剥離させ、また露光部を腐食させる恐れがあり好ましくない。また、現像時の現像温度は、20~50℃とすることが工程管理上好ましい。

蛍光体層の厚みは、側面（隔壁高さの半分の位置での）蛍光体層の厚み（T1）と底部厚み（T2）の間で、下記の間隔を満足することにより、輝度に優れたプラズマディスプレイを作製することができる。

$$10 \leq T1 \leq 50 \mu m$$

$$10 \leq T2 \leq 50 \mu m$$

T1またはT2が10 $\mu$ m未満の場合は、放電で生じた紫外線が蛍光体層を通り抜けるため、十分な輝度を得ることが困難であり、また50 $\mu$ mを超えると放電電圧が高くなるなどの問題がでてくる。

さらに、 $T_1$ と $T_2$ の関係については、次式を満たすことが好ましい。

$$0.2 \leq T_1 / T_2 \leq 5$$

側面の厚みと底部の厚みの比率が、大きすぎたり、小さすぎたりする場合は、表示画面に視野角依存性が生じやすくなり、大型画面化に問題がある。

蛍光体ペーストを所定の位置に塗布した後に、焼成炉にて焼成を行なうことにより有機成分を除去して、蛍光体層を形成できる。焼成雰囲気や、温度はペーストや基板の種類によって異なるが、空气中、窒素、水素等の雰囲気中で焼成する。焼成温度は、好ましくは $300 \sim 550^\circ\text{C}$ であり、より好ましくは、 $350 \sim 500^\circ\text{C}$ である。

隔壁の上面部に蛍光体が付着した場合には、前面板と合わせて封着する場合に隔壁で各セルが十分仕切られないことによる放電漏れが生じるため、その上面部に付着した蛍光体を粘着体に付着させることにより、除去する方法を用いることができる。

有機成分を完全に除去するためには、 $300^\circ\text{C}$ 、好ましくは $350^\circ\text{C}$ に昇温する必要があるが、熱による蛍光体の劣化を抑制するために $550^\circ\text{C}$ 以下、好ましくは $500^\circ\text{C}$ 以下にする。焼成炉としては、バッチ式の焼成炉やベルト式またはローラーハース式の連続型焼成炉を用いることができる。

このようにして蛍光体層を形成した基板を、前背面のガラス基板と合わせて封着する。前面板には、ITOとバス電極からなる放電維持電極、ガラス層からなる誘電体、放電から誘電体を保護するための保護膜（通常は酸化マグネシウム）が形成され、必要に応じて、カラーフィルターやブラックマトリクス、ブラックストライプが形成される。前面板と背面板の封着は、ガラスフリット等を用いて行なわれる。

次に、前面板と背面板の間に、ヘリウム、ネオンおよびキセノン等の希ガスを封入することによって、プラズマディスプレイのパネル部分が製造される。さらに、駆動用のドライバーICを実装することによって、プラズマディスプレイを製造することができる。そして前面板と背面板の電極をマトリクス駆動することにより、ディスプレイ表示が可能になる。

次に、本発明の蛍光体ペーストを塗布するための装置について説明する。本発

明のプラズマディスプレイの製造装置は、複数の隔壁を形成した基板を載置するテーブルと、その基板上の隔壁間に蛍光体ペーストをストライプ形状に形成する隔壁配置に対応した複数の吐出口を有する口金を備えた装置を用いることができる。

図3は、この発明の一実施態様に係るプラズマディスプレイの製造装置の全体斜視図であり、図4は、図3のテーブル6と口金20周りの概略図であり、製造装置の要部を説明するための図である。

図3、図4において、基台2上には、一对のガイド溝レール8を設けられており、このガイド溝レール8上にテーブル6が配置されている。このテーブル6には、複数の吸引孔7が設けられており、一定ピッチの隔壁を有する基板4が、真空吸引によりテーブル6表面に固定される。また、図示しないリフトピンによって、基板4はテーブル6上を昇降する。さらにテーブル6は、スライド脚9を介してガイド溝レール8上をX軸方向に往復動自在となっている。

一对のガイド溝レール8の間には、送りねじ機構を構成するフィードスクリュー10が、テーブル6の下面に固定されたナット状のコネクタ11を貫通して延びている。フィードスクリュー10の両端部は、軸受12によって回転自在に支持され、さらに片方の一端はACサーボモータ16に連結されている。

テーブル6の上方には、蛍光体ペーストを吐出する口金20が、ホルダー22を介して昇降機構30と幅方向移動機構36に連結されている。昇降機構30は昇降可能な昇降ブラケット28を備えており、昇降ブラケット28は昇降機構30のケーシング内部で一对のガイドロッドに昇降自在に取り付けられている。また、このケーシング内には、ガイドロッド間に位置してボールねじからなるフィードスクリュー（図示しない）もまた回転自在に配置されており、ナット型のコネクタを介して昇降ブラケット28と連結されている。さらにこの図示しないフィードスクリューの上端には、図示しないACサーボモータが接続されており、このACサーボモータの回転によって昇降ブラケット28を任意に昇降動作させることができる。

さらに昇降機構30は、Y軸移動ブラケット32を介して幅方向移動機構36に連結されている。幅方向移動機構36は、Y軸移動ブラケット32をY軸方向

に往復動自在に移動させるものである。動作のために必要なガイドロッド、フィードスクリュウ、ナット型コネクタ、ACサーボモータ等は、ケーシング内に昇降機構30と同じように配置されている。幅方向移動機構36は支柱34で基台2上に固定されている。

これらの構成によって、口金20をZ軸とY軸方向に自在に移動させることができる。口金20は、テーブル6の往復動方向と直交する方向、つまり、Y軸方向に水平に延びているが、これを直接保持するホルダー22は、昇降ブラケット28内で回転自在に支持されており、垂直面内で自在に図3の矢印方向に回転することができる。

ホルダー22の上方に位置する水平バー24もまた、昇降ブラケット28に固定されている。水平バー24の両端部には、電磁作動型のリニアアクチュエータ26が取り付けられている。リニアアクチュエータ26は、水平バー24の下面から突出する伸縮ロッド29を有し、これら伸縮ロッド29がホルダー22の両端に接触することによってホルダー22の回転角度を既製することができ、結果として口金20の傾き度を任意に設定することができる。

基台2の上面には、逆L字形のセンサ支柱38とカメラ支柱70が固定されている。センサ支柱38の先端には、テーブル6上の基板4の表面の隔壁の上端部の高さを測定するための高さセンサ40が取り付けられている。また、テーブル6の一端には、センサーブラケット64を介して位置センサー66が取り付けられており、この位置センサー66が口金20の吐出口のある下端面の、テーブル6に対する垂直方向の位置を検出する。

カメラ支柱70の先端には、基板4の表面の隔壁もしくは隔壁間の位置または隔壁部以外にある原点マークを検知するカメラ72が取り付けられている。図4に示すように、カメラ72は画像処理装置74に電氣的に接続されており、このカメラ72により、基板4の隔壁もしくは隔壁間の位置および隔壁間の数、ならびに、原点マークの位置を定量的に求めることができる。

図4において、口金20はマニホールド41を有し、マニホールド41内に蛍光体ペースト42を充填して吐出口44から蛍光体ペースト42が吐出される。口金20には供給ホース46が接続されていて、吐出用電磁切換弁48、供給

ユニット 50、吸引ホース 52、吸引用電磁切換え弁 54、蛍光体ペーストタンク 56へと連なっている。蛍光体ペーストタンク 56には、蛍光体ペースト 42が蓄えられている。

供給ユニット 50には、ピストン、ダイヤフラム型等の定容量ポンプや、チューピングポンプ、ギアポンプ、モノポンプや気体の圧力で液体を押出す圧送コントローラ等によるものがある。

供給装置コントローラ 58からの制御信号をうけて、供給ユニット 50や、各々の電磁切換え弁を作動させることによって、蛍光体ペーストタンク 56から蛍光体ペースト 42を吸引し、口金 20に供給することができる。

供給装置コントローラ 58は、さらに、全体コントローラ 60に電氣的に接続されている。全体コントローラ 60には、モータコントローラ 62、高さセンサ 40の電気入力、カメラ 72の画像処理装置 74、昇降機構用アクチュエータ 76や幅方向移動機構用アクチュエータ 78からの情報等、すべての制御情報が電氣的に接続されており、全体のシーケンス制御を司れるようになっている。全体コントローラ 60は、コンピュータやシーケンサ等、制御機能をもつものならばどのような機構のものでもよい。

また、モータコントローラ 62には、テーブル 6を駆動する ACサーボモータ 16の信号、昇降機構 30と幅方向移動機構 36のそれぞれの ACサーボモータの信号、テーブル 6の移動位置を検出する位置センサ 68からの信号、口金 20の作動位置を検出する Y、Z 軸の各々のリニアセンサ（図示しない）からの信号などが入力される。なお、位置センサ 68を使用する代わりに、ACサーボモータ 16にエンコーダを組み込み、エンコーダから出力されるパルス信号に基づいてテーブル 6の位置を検出することもできる。

次に、このプラズマディスプレイの製造装置を使った蛍光体ペーストの塗布方法について説明する。

まず、各作動部の原点復帰が行われると、テーブル 6と口金 20は、各々スタンバイの位置に移動する。このとき、蛍光体ペーストタンク 56から口金 20までは蛍光体ペーストがすでに充満されており、吐出用電磁切換え弁 48は開の状態、また吸引用電磁切換え弁 54は閉の状態にある。そして、テーブル 6の表

面には図示しないリフトピンが上昇し、図示しないローダから基板 4 がリフトピン上部に載置される。

次に、リフトピンを下降させて基板 4 をテーブル上面に載置し、図示しないアライメント装置によってテーブル 6 上の基板 4 の位置決めが行われた後に、基板 4 を真空吸着する。

次に、テーブル 6 は、基板 4 の隔壁部が、カメラ 7 2 と高さセンサー 4 1 の下にくるまで移動して、停止する。カメラ 7 2 は、テーブル 6 上に位置決めされた基板 4 上の隔壁端部を写し出すようにあらかじめ位置調整されており、画像処理によって一番端の隔壁間の位置を検出し、カメラ 7 2 の基準点からの距離を求める。一方、カメラ 7 2 の基準点と、所定の Y 軸座標位置にある口金 2 0 の最端部に位置する吐出口 4 4 間の距離は、事前の調整時に測定され、情報として全体コントローラ 6 0 に入力されている。したがって、カメラ基準点と隔壁間の距離が画像処理装置 7 に電送されると、口金 2 0 の最端部の吐出孔 4 4 が、隔壁端部の隔壁間の上になる Y 軸座標値を計算し、口金 2 0 をその位置に移動させる。これにより、口金 2 0 の全ての吐出口の中心は、蛍光体ペーストを塗布する各々の隔壁間の上に移動されたことになり、口金 2 0 と基板 4 の相対位置決めが完了する。

また、別の位置決め方法として、カメラ 7 2 が、基板 4 上の隔壁部以外にある原点マークを検知する方法もある。カメラ基準点と口金 2 0 の最端部に位置する吐出口 4 4 間の距離と、原点マークと塗布すべき隔壁間の端部の距離は、事前の調整時に測定され、情報として全体コントローラ 6 0 に入力されている。したがって、カメラ基準点と原点マークの距離が画像処理装置 7 4 に電送されると、口金 2 0 は塗布すべき位置に移動される。

また、カメラ基準点と口金 2 0 の吐出口の距離の求め方として、表面が平面状の平滑基板上に、口金 2 0 から蛍光体ペーストを吐出して蛍光体ペーストのストライプを形成し、このストライプの位置を、画像処理で位置検知して測定し、その絶対位置を求めてもよい。これにより、口金 2 0 の吐出口の位置がわかるので、結果として口金の絶対位置を求めることができる。この方法により、基板 4 表面の隔壁間に、口金 2 0 の吐出口をあわせて塗布することもできる。

高さセンサ 4 0 は、基板 4 の隔壁上端部の垂直方向の位置を検知し、テーブル



上面との位置の差から基板４の隔壁上端部の高さを算出する。この高さに、あらかじめ与えておいた口金２０の吐出口部から基板４の隔壁上端部までの間隔を加算して、口金２０のＺ軸リニアセンサー上での下降すべき値を演算し、その位置に口金２０を移動させる。これによって、テーブル６上での基板４の隔壁上端部位置が基板ごとに変化しても、塗布に重要な口金２０の吐出口部から基板４の隔壁上端部までの間隔を常に一定に保てるようになる。

本発明が適用できる高さセンサ４０としては、レーザや超音波等を利用した非接触測定形式のもの、ダイヤルゲージや差動トランス等を利用した接触測定形式のもの等、測定可能な原理のものならいかなるものを用いてもよい。

次に、テーブル６を口金２０の方へ向けて動作を開始させ、口金２０の吐出口部の下に基板４の塗布開始位置が到達する前に、所定の塗布速度までテーブル６を増速させておく。テーブル６の動作開始位置と塗布開始位置までの距離は、テーブル６が塗布速度まで増速できるよう十分確保できていなければならない。

さらに、基板４の塗布開始位置が口金２０の吐出口部の下に至るまでの所に、テーブル６の位置を検知する位置センサー６８を配置しておき、テーブル６がこの位置に到達したら、供給ユニットの動作を開始して蛍光体ペースト４２の口金２０への供給を開始する。位置センサー６８の代わりに、モータあるいはフィードスクリュウにエンコーダを接続し、エンコーダの値で位置を検知しても同様なことが可能となる。

蛍光体ペーストの塗布は、基板４の塗布終了位置が口金２０の吐出口部の下付近に来るまで行われる。すなわち、基板４はいつもテーブル６上の定められた位置に置かれているから、基板の塗布終了位置が丁度真下になる位置に相当するテーブル６の位置に、位置センサーやそのエンコーダ値をあらかじめ設定しておき、テーブル６が対応する位置にきたら、全体コントローラ６０から供給装置コントローラ５８に停止指令を出して蛍光体ペースト４２の口金２０への供給を停止する。このとき、口金２０を上昇させて完全に蛍光体ペーストの供給をたちきってもよい。

蛍光体ペースト４２が比較的高粘度の液体である場合は、単にペーストの供給を停止しただけでは、残圧の作用により、口金２０の吐出口からの吐出を瞬時に

停止することは難しい。そのために、蛍光体ペースト42の供給を停止すると同時に、口金20のマニホールド41の圧力を大気圧にする、または、マニホールド41の圧力を負圧にして、口金20の吐出口から蛍光体ペーストを吸引することにより、短時間で吐出口からの蛍光体ペーストの吐出停止が可能となる。マニホールド41の圧力を負圧にする手段としては、供給ユニット50にポンプを使う場合は、ポンプを逆動作、つまり、蛍光体ペーストを吸引する方向に動作させればよく、圧送の場合は、供給ユニット50に真空源が連なるようにしてマニホールド41の圧力を負圧にすればよい。

またマニホールド41の圧力を負圧にする別の手段としては、吐出用電磁切換え弁48から口金20の間、または、口金20そのものに、真空源に接続される電磁切換え弁を設け、この切換えによっても圧力を負圧にすること可能である。このとき、真空源の圧力を大気圧から任意の負圧に調整できるようにしておけば、吐出口から蛍光体ペースト42を吸引する速度を調整できる。真空源としては、真空ポンプ、アスピレータやピストン型のポンプを逆動作させるものがある。また、これら圧力調整のタイミングは、供給装置コントローラ58と全体コントローラ60で制御することができる。

テーブル6は、塗布終了位置を通過しても動作をつづけ、終点位置にきてはじめて停止する。このとき塗布すべき部分がまだ残っている場合には、次の塗布すべき開始位置まで口金20をY軸方向に移動せしめ、その後は、テーブル6を反対方向に移動させることを除いては同じ手順で塗布を行なう。1回目と同一のテーブル6の移動方向で塗布を行なうときには、口金20は次の塗布すべき開始位置までY軸方向に移動させ、テーブル6をX軸準備位置まで復帰させる。

このようにして塗布工程が完了した後、基板4をアンローダで移載する場所までテーブル6を移動して停止させ、基板4の吸着を解除するとともに大気開放をした後に、リフトピンを上昇させて基板4をテーブル6の面から引き離し、持ち上げる。

このとき、図示されないアンローダによって基板4の下面が保持され、基板は次の工程に搬送される。基板4をアンローダに受け渡した後、テーブル6はリフトピンを下降させ原点位置に復帰する。

このとき、吐出用電磁切換え弁 48 を閉の状態にし、吸引用電磁切換え弁 54 を開状態にして供給ユニット 50 を動作させ、蛍光体ペーストタンク 56 から 1 枚の基板の塗布に必要な量だけの蛍光体ペースト 42 を口金 20 に供給する。

以上の塗布工程では、与えられた有効領域での塗布厚み精度を向上させるために、塗布開始位置に対する口金 20 への蛍光体ペースト供給開始のタイミング、および塗布終了位置に対する口金 20 への蛍光体ペースト供給停止のタイミングが重要となるので、それぞれの動作を最適なポイントで行わなければならない。

また本発明のこの実施態様では、口金 20 の吐出口部と基板 4 の隔壁上端部との間隔値を設定してから、蛍光体ペースト 42 の供給開始を行なっている。これは、両者間の間隔を設定する前の状態で蛍光体ペースト 42 の供給を開始すると、蛍光体ペースト 42 が、吐出口から吐出された時点で吐出口部先端面に広がり、吐出口以外の部分を汚染し、甚だしい場合には隣同士の吐出口から吐出される蛍光体ペースト 42 が合流するという不都合が生じ、精度の高い塗布ができなくなるためである。口金 20 の吐出口部先端面を基板 4 に近接させてから蛍光体ペースト 42 の供給を開始すると、先端面で蛍光体ペースト 42 が広がる前に隔壁間に蛍光体ペースト 42 が案内されることになるので、このような不都合は発生しない。

また、この実施態様では、基板 4 は X 軸方向に移動し、口金 20 が Y 軸と Z 軸方向に移動する場合の適用例について説明したが、口金 20 と基板 4 が相対的に 3 次元的に移動できる構造、形式のものであるのなら、テーブルおよび口金の移動形式はいかなるものでもよい。

また、ここでは一種類の蛍光体ペーストを塗布する場合について詳しく説明したが、本発明は、赤、青および緑等の 3 色の蛍光体を同時に塗布する場合にも適用することができる。

図 5 および図 6 は、本発明で用いられる口金を例示している概略斜視図である。図 5 では、平坦な面中に所定ピッチで直径の孔が吐出口 501 として設けられている。また吐出口を、図 6 のように、同一形状のパイプ 601 を配して構成してもよく、この口金の場合には口金が汚れにくくなるので好ましい。

また、口金の全ての吐出口は、その中心が蛍光体ペーストを塗布する各々の隔

壁間の上に位置するように配されることが好ましい。

口金の吐出口の平均孔径は、 $10\mu\text{m}$ 以上 $500\mu\text{m}$ 以下で、隔壁の間隔以下にすることが好ましく、これにより隣の色との混色を防ぐことができる。

さらに、口金の吐出口形状が円形でなく、隔壁と略直交する開口長さが、 $10\mu\text{m}$ 以上 $500\mu\text{m}$ 以下で、隔壁の間隔より小さくしてもよい。このときの吐出口形状としては、長穴、楕円および長方形等がある。また、口金の吐出口面および／または吐出口内壁に、ポリテトラフルオロエチレンのようなフッ素系樹脂の皮膜をコーティングすることにより、吐出口面および吐出口内壁の蛍光体ペーストの離型性が向上し、吐出口面の汚れを防ぐことができる。

また、口金の吐出口面および／または吐出口内壁に、非晶質の炭素皮膜(DLC)をコーティングすることにより、吐出口面および吐出口内壁の表面硬度が向上し、耐摩耗性が向上する。

図7は、本発明の他の口金の1例を示す断面図と底面図である。1基の口金には、複数の蛍光体ペースト貯蔵部704、705、706と、蛍光体ペースト貯蔵部704、705、706に蛍光体ペーストを供給する蛍光体ペースト供給口701、702、703と、貯蔵部704、705、706と吐出口710、711、712を流体的に連結するパス部707、708、709を有する。さらに、底面図に示されているように、吐出口710、711、712は、貯蔵部704、705、706よりも数多くあり、直線上に配列されている。これにより、1基の口金から、異なる種類の蛍光体ペーストを吐出できる。また、異なる色の蛍光体ペーストを吐出する吐出口の最短距離が $600\mu\text{m}$ 以上にすることによって、他色との混色を防止することができる。

図8は、本発明の他の実施態様に係るプラズマディスプレイの製造装置の要部を説明するための概略斜視図である。口金は1基のみでなく、これをY方向に2基以上配置してもよい。口金801、802は、X方向およびY方向に共に同期してあるいは非同期で駆動されるように、図示しない制御装置によって駆動されるようになっている。このように、2基以上の口金によって、テーブル6上の基板4への蛍光体ペーストの塗布が分担されるので、塗布時間を短縮させることができる。

この際、2基以上の口金としては、同じ色を発光する蛍光体ペーストを吐出する口金、異なる色を発光する蛍光体ペーストを吐出する口金、あるいは、2色以上の異なる色に発光する蛍光体ペーストを吐出する口金のいずれでもよい。

また、これら2基以上の口金を、隔壁方向に対し垂直方向に隔壁間隔の整数倍にずらして位置させ、隣り合う2基以上の位置が「ずれ」＜「口金本体の外寸」のときは、隔壁に対し平行方向にずれて位置するように配置することが効率的であり好ましい。

さらに、前記塗布装置を、蛍光体ペーストの赤色、緑色、青色に対応して3台直列に配置することにより、隔壁間に3色の蛍光体層を効率よく形成することができる。

図9は、口金の吐出口面の清浄装置を例示する概略図側面である。

清浄装置901は、口金20の吐出口面902に拭き取り部材903が接触する位置に配置されている。拭き取り部材903は、吐出口面先端部をくるむような形状をしているが、吐出口面902だけに接触する形状にしてもよい。拭き取り部材903は、トレイ905に取り付けられているブラケット904に固定されており、トレイ905とともに幅方向（Y軸方向）に移動する。拭き取り部材903が、吐出口面902に接触して幅方向に移動する動作によって、吐出口面に付着している蛍光体ペーストがかき落とされる。かき落とされた蛍光体ペーストは、排出口906からこれに接続されているチューブ907を介して図示しない廃液タンクに導かれる。重力だけで廃液タンクまで到達しないときには、真空ポンプ等の真空源を用いて吸引することが望ましい。なお、拭き取り部材903は、トレイ905が図9の一番右端に到達したときに、口金20の開口部より右側にあり、口金20から吐出された蛍光体ペーストがかからない位置に配置されている。またトレイ905は、口金20から吐出される蛍光体ペーストをすべて回収できる大きさを有している。

さらに、トレイ905は、昇降部908に連結されている。昇降部908は、ガイド909に沿って図示しないエアシリンダーによって上下方向に移動ユニット910上を昇降する。昇降部908が最下点にあるとき、拭き取り部材903は最下点にあり、口金20の吐出口面902と一定距離離れて接触しない。昇

降部 908 は、拭き取り部材 903 が口金 20 の吐出口面 902 に接触するところまで上昇するように調整される。

移動ユニット 910 は、架台 911 上の図示しないガイドに沿って、ボールねじ 912 で駆動されて幅方向に移動する。ボールねじ 912 は、図示しないサーボモータに連結されており、この動作制御によって任意の動作をさせることができる。

拭き取り部材 903 の材質はいかなるものでもよいが、口金の吐出口面を傷つけないように、樹脂やゴムが望ましく、その中から蛍光体ペーストに対する耐薬品性を考慮して選定すればよい。

この拭き取り装置 901 を用いた塗布シーケンスは次のようになる。まず、拭き取り部材 903 を最下点においた状態で、トレイ 905 を口金 20 の下に移動させ、蛍光体ペースト供給装置を動作させて蛍光体ペーストを口金 20 から吐出してブリードを行なう。ブリードが終了した後、昇降部 908 を上昇して拭き取り部材 903 を口金 20 の吐出口面 902 に接触させる。次に、図示しないサーボモータを駆動して、拭き取り部材 903 を幅方向に図 8 の左側に移動させ、吐出口面 902 に付着している蛍光体ペーストを拭き取って除去する。次に、口金 20 を所定の位置に移動させ、隔壁間への蛍光体ペーストの塗布を行なう。

以降、一回の隔壁間への蛍光体ペーストの塗布が終了するごとに、上記の拭き取り動作を行なってもよいし、数回の塗布作業の後に拭き取り動作を行なってもよい。いかなるタイミングで拭き取り動作を行なうかは、吐出口面 902 への蛍光体ペーストの付着程度に依存する。

この拭き取り動作によって、口金の吐出口面が常に清浄化された状態で塗布作業を行なうことができるので、基板の隔壁上端部に余計な蛍光体ペーストが付着したり、塗布すべき隔壁間の隣の隔壁間に蛍光体ペーストが塗布されたりする等の不都合を防止でき、均一で安定した隔壁間への蛍光体ペースト塗布を行なうことができる。

また、隔壁の上端部に蛍光体ペーストが付着した場合など、所定の塗布位置以外の蛍光体ペーストを除去する手段を設けることが好ましい。

蛍光体ペーストを除去する手段としては、ヘラによる掻き取りや粘着体を隔壁

上端部に接触させて除去したり、あるいは空気ノズルにより圧空を吹き付けて除去する手段がある。粘着体の材質としては、上述した特性を有するものであれば特に限定されるものではないが、例えば、ポリウレタンゴム、ポリエチレンゴム、シリコンゴムおよびこれらのゲル体を挙げるができる。

上記粘性物質から構成された粘着体の構成は、特に限定されるものではないが、好ましくは基板の表面に対して接触するような形状のベルトあるいはローラーにするのがよい。ベルトは、送り出しロールと巻き取りロールの間で回転しながら、搬送中の基板に接触するとよい。その接触によって、基板の隔壁の頂部にのった蛍光体ペーストを粘着し、除去することができる。

#### 実施例

以下、本発明を実施例を用いて具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されない。なお、実施例、比較例中の濃度(%)は特にことわらない限り重量%である。また、形成した蛍光体層の評価は、以下の7項目で行なった。

- ・吐出口からのペースト吐出性
- ・塗布時間（蛍光体ペースト塗布にかかった合計時間(乾燥時間は除く)）
- ・側面厚み（隔壁高さ中央部での面内9カ所の平均厚み）
- ・底部厚み（誘電体層上での面内9カ所の平均厚み）
- ・厚みの分布（9カ所測定した場合の最大厚みと最低厚みの差）
- ・隔壁上部へのペースト付着の有無
- ・混色（形成すべき隔壁間の隣の隔壁間への蛍光体ペーストの漏れ）

#### （実施例1）

幅340mm×奥行き440mm×厚み2.8mmのソーダガラス基板上の全面に、感光性銀ペーストを5 $\mu$ mの厚みでスクリーン印刷した後、フォトマスクを用いて露光し、現像および焼成の各工程を経て、ピッチ220 $\mu$ mのストライプ状の1920本の銀電極を形成した。その電極上に、ガラスとバインダーからなるガラスペーストをスクリーン印刷した後に、焼成して誘電体層を形成した。次に、ガラス粉末と感光性有機成分からなる感光性ガラスペーストを、厚み200 $\mu$ mになるようにスクリーン印刷し乾燥した。次いで、隣り合う電極間に隔壁が形成されるように設計されたフォトマスクを用いて露光し、現像と焼成を行な

って隔壁を形成した。隔壁の形状は、ピッチ  $220\mu\text{m}$ 、線幅  $30\mu\text{m}$ 、高さ  $130\mu\text{m}$  であり、隔壁本数は  $1921$  本であった。

このようにして隔壁を形成したガラス基板に、図 3 に示した装置を用いて、次の組成の蛍光体ペーストを塗布した。

蛍光体ペースト：次の蛍光体粉末各  $40\text{g}$  をエチルセルローズ  $10\text{g}$ 、テルピネオール  $10\text{g}$ 、およびベンジルアルコール  $40\text{g}$  と混合した後、セラミックス製の 3 本ローラーで混練して、RGB 各色の蛍光体ペーストを作製した。

蛍光体粉末：

赤： $(\text{Y}, \text{Gd}, \text{Eu})\text{BO}_3$

50 体積% 粒子径  $2.5\mu\text{m}$ 、比表面積  $2.3\text{m}^2/\text{g}$

緑： $(\text{Zn}, \text{Mn})_2\text{SiO}_4$

50 体積% 粒子径  $2.9\mu\text{m}$ 、比表面積  $1.8\text{m}^2/\text{g}$

青： $(\text{Ba}, \text{Eu})\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}$

50 体積% 粒子径  $3.1\mu\text{m}$ 、比表面積  $2.5\text{m}^2/\text{g}$

得られた蛍光体ペーストの粘度は、それぞれ、赤  $14\text{Pa}\cdot\text{s}$ 、緑  $18\text{Pa}\cdot\text{s}$ 、青  $15\text{Pa}\cdot\text{s}$  であった。

蛍光体ペーストの塗布に用いた口金は、吐出口の平均孔径  $150\mu\text{m}$  の孔をピッチ間隔  $660\mu\text{m}$  で 64 個形成した口金であり、吐出口の長さは  $2\text{mm}$  の口金を 1 基用いた。

上記の赤色蛍光体ペーストと口金を用いて、ガラス基板上に形成された隔壁の上端部から口金の吐出口先端部の間隔を  $0.1\text{mm}$  に保持した状態で、塗布を行った。塗布は、蛍光体ペーストを充填した口金に圧力を加えて連続的に吐出を行ない、口金を隔壁に平行になるように  $50\text{mm}/\text{sec}$  の速度で移動しながら行なった。

塗布開始以降に赤、青  $2.6\text{kg}/\text{cm}^2$ 、緑  $3\text{kg}/\text{cm}^2$  の圧力を加えた後、口金が基板端部まで進んだ時点で塗布を停止するが、隔壁端部に達する  $0.1$  秒前に負圧をかけて口金内を減圧した。次に、口金を隔壁の垂直方向に  $42.24\text{mm}$  移動させて、蛍光体ペーストを塗布した。10 回の塗布を行なうことにより、隣り合う隔壁間に 2 本置きになるように  $640$  本の塗布を行なった。次に、 $80$



℃で15分乾燥した後、同様にして、赤色蛍光体ペーストを塗布した右となりの隔壁間に、緑色蛍光体を塗布し、左となりの隔壁間に青色蛍光体を塗布した。

RGBの蛍光体ペーストを塗布した基板を460℃15分で焼成した後、評価を行なった。評価結果を表1に示す。

(実施例2)

口金の数を1基から2基に変更して、それぞれの口金を50mm/secで移動して塗布した以外は、実施例1と同様にして蛍光体層を形成した。評価結果を表1に示す。

(実施例3)

口金の数を1基から3基に変更して、それぞれの口金にRGB各色の蛍光体ペーストを充填して、吐出することにより塗布した以外は、実施例1と同様にして蛍光体層を形成した。評価結果を表1に示す。

(実施例4)

吐出口の数を64本から640本に変更し、1色の蛍光体ペーストの塗布を1回の口金移動で塗布を完了した以外は、実施例1と同様にして蛍光体層を形成した。評価結果を表1に示す。

(実施例5)

電極ピッチを120 $\mu$ mに、隔壁ピッチ120 $\mu$ m、線幅30 $\mu$ m、高さ90 $\mu$ mに変更した基板を用いて、吐出口を孔径75 $\mu$ m、ピッチ720 $\mu$ mにして1回塗布を行なった後、口金を0.36mm-46.08mm-0.36mm-46.08mm-0.36mm-46.08mm-0.36mm-46.08mm-0.36mm移動して、合計10回の塗布を行なった以外は、実施例1と同様にして蛍光体層を形成した。評価結果を表1に示す。

(実施例6)

電極ピッチを120 $\mu$ mに、隔壁ピッチ120 $\mu$ m、線幅30 $\mu$ m、高さ90 $\mu$ mに変更した基板を用いて、吐出口を孔径150 $\mu$ m、ピッチ720 $\mu$ mにして1回塗布を行なった後、口金の移動量0.36mm-46.08mm-0.36mm-46.08mm-0.36mm-46.08mm-0.36mm-46.08mm-0.36mm口金を移動して、合計10回の塗布を行なった以外は、

実施例 1 と同様にして蛍光体層を形成した。さらに、蛍光体層を焼成した後に、幅 500 mm、250 mm 径の粘着ローラーを用いて、隔壁上部全体がローラーに接触するようにローラーを転がした。評価結果を表 1 に示す。

(実施例 7)

蛍光体ペーストを以下組成のペーストに変更した以外は、実施例 5 と同様にして蛍光体ペーストを塗布し、その後に、ピッチ 120  $\mu\text{m}$ 、開口部線幅 80  $\mu\text{m}$ 、線数 1920 本のフォトマスクを用いて露光を行なった。次に、トリエタノールアミン 0.5 重量%水溶液で現像した後に焼成して、蛍光体層を形成した。評価結果を表 1 に示す。

蛍光体ペースト：次の蛍光体粉末各 50 g をバインダー（メタクリル酸イソブチル-アクリル酸の 1 : 1 共重合体、重量平均分子量 2.4 万）20 g、感光性モノマー（トリメチロールプロパントリアクリレート）15 g、ガンマブチロラクトン 20 g、重合開始剤（チバガイギー社製イルガキュア 907）3 g を混合した後に、3 本ローラーで混練してペーストを作製した。

蛍光体粉末：

赤：(Y, Gd, Eu)  $\text{BO}_3$

50 体積% 粒子径 2.5  $\mu\text{m}$ 、比表面積 2.3  $\text{m}^2/\text{g}$

緑：(Zn, Mn)  $_2\text{SiO}_4$

50 体積% 粒子径 2.9  $\mu\text{m}$ 、比表面積 1.8  $\text{m}^2/\text{g}$

青：(Ba, Eu)  $\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}$

50 体積% 粒子径 3.1  $\mu\text{m}$ 、比表面積 2.5  $\text{m}^2/\text{g}$

得られた蛍光体ペーストの粘度は、赤 20  $\text{Pa}\cdot\text{s}$ 、緑 32  $\text{Pa}\cdot\text{s}$ 、青 19  $\text{Pa}\cdot\text{s}$  であった。

(実施例 8)

実施例 1 の蛍光体ペーストの組成を、蛍光体粉末 50 g およびバインダーポリマー（40%メタクリル酸、30%メチルメタクリレート、30%スチレンからなる共重合体のカルボキシル基に対して 0.4 当量のグリシジルメタクリレートを付加反応させた重量平均 43,000、酸価 95 の感光性ポリマ）40 g、溶媒（ $\gamma$ -ブチロラクトン）30 g と分散剤 4 g からなる蛍光体ペーストに変更し

た。有機成分の各成分を80℃に加熱しながら溶解し、その後蛍光体粉末を添加し、混練機で混練することによってペーストを作製した。蛍光体ペーストの粘度は、赤、緑、青とも0.05 Pa・sであった。

また、基板をピッチ150  $\mu$ m、高さ120  $\mu$ m、幅30  $\mu$ mの隔壁2000本が形成されたガラス基板に変え、口金を穴径80  $\mu$ mの吐出口640個をピッチ450  $\mu$ mで形成した口金に変えて、赤色蛍光体ペーストを吐出後、塗布面を下にして80℃で60分乾燥し、次に緑色蛍光体ペーストを吐出後、塗布面を下にして80℃で60分乾燥し、さらに青色蛍光体ペーストを吐出後、塗布面を下にして80℃で60分乾燥した後、500℃で30分焼成を行った。その他の条件は実施例1と同様にして蛍光体層を形成した。評価結果を表1に示す。

(実施例9)

蛍光体ペーストの組成を、蛍光体粉末50 g、バインダーポリマー40 g、溶媒( $\gamma$ -ブチロラクトン)30 gと分散剤4 gからなる蛍光体ペーストに変更し、蛍光体ペーストの粘度を、赤、緑、青とも0.03 Pa・sとした以外は、実施例8と同様にして蛍光体ペーストを作製した。

また、基板をピッチ360  $\mu$ m、高さ140  $\mu$ m、幅50  $\mu$ mの隔壁2000本が形成されたガラス基板に変え、口金を穴径100  $\mu$ mの吐出口1940個をピッチ360  $\mu$ mで形成し、赤色蛍光体ペースト、青色蛍光体ペースト、緑色蛍光体ペーストをそれぞれ同時に吐出するように設計された口金に変えて、各色蛍光体を吐出した後、80℃45分の乾燥を行った以外は実施例8と同様にして蛍光体層を形成した。評価結果を表1に示す。

(実施例10)

蛍光体ペーストの組成を、蛍光体粉末50 g、バインダーポリマー20 g、トリメチロールプロパントリアクリレート20 g、溶媒( $\gamma$ -ブチロラクトン)30 gと分散剤4 g、光重合開始剤("イルガキュア907"、チバガイギー社製)からなる蛍光体ペーストに変更し、蛍光体ペーストの粘度を、赤、緑、青とも0.03 Pa・sとした以外は、実施例8と同様にして蛍光体層を形成した。

その後、ピッチ120  $\mu$ m、開口部線幅80  $\mu$ m、線数1920本のフォトマスクを用いて露光を行った後に、トリエタノールアミン0.5重量%水溶液で

現像した後に焼成して、蛍光体層を形成した。

その後に、ピッチ150 $\mu$ m、開口部線幅60 $\mu$ m、線数1920本のフォトマスクを用いて露光を行った後に、トリエタノールアミン0.5重量%水溶液で現像した後に500℃で30分焼成して、蛍光体層を形成した。評価結果を表1に示す。

(比較例1)

電極ピッチを120 $\mu$ mに、隔壁ピッチ120 $\mu$ m、線幅30 $\mu$ m、高さ90 $\mu$ mに変更した基板上に、ピッチ360 $\mu$ m、開口部80 $\mu$ mのスクリーン版を用いて、RGBの各色蛍光体ペーストをスクリーン印刷した。次に、この基板を460℃で15分間焼成して蛍光体層を形成した。評価結果を表1に示す。

表1. 蛍光体層の評価結果

	ペーストの吐出性	塗布時間(秒)	側面厚み( $\mu$ m)	底部厚み( $\mu$ m)	厚み分布( $\mu$ m)	隔壁上部への付着	混色
実施例1	良好	280	17	19	3	なし	なし
実施例2	良好	155	19	19	4	なし	なし
実施例3	良好	103	21	20	3	なし	なし
実施例4	良好	24	20	20	3	なし	なし
実施例5	良好	310	18	16	0	なし	なし
実施例6	良好	310	17	17	1	なし	なし
実施例7	良好	330	18	18	3	なし	なし
実施例8	良好	24	20	30	4	なし	なし
実施例9	良好	10	10	40	4	なし	なし
実施例10	良好	24	23	30	6	なし	なし
比較例1	---	58	8	27	8	あり	あり

#### 産業上の利用可能性

本発明によれば、高精細な隔壁間に高精度の蛍光体層を簡便に形成することができるため、高精細プラズマディスプレイに対応する蛍光体層を備えた応用展開

の広い高品質なプラズマディスプレイが得られる。しかも、このプラズマディスプレイは、連続的に高い生産性レベルで製造することができるため、工業的にも有利である。

本発明で得られる高精細プラズマディスプレイは、例えば、壁掛けテレビや情報表示用等のディスプレイ分野において広く用いられる。

### 請求の範囲

1. 複数の隔壁を形成した基板上に、蛍光体粉末と有機化合物を含む蛍光体ペーストを複数の吐出口を有する口金から連続的に吐出して蛍光体層を形成することを特徴とするプラズマディスプレイの製造方法。
2. 複数の隔壁を形成した基板上に、赤色、緑色、青色に発光する蛍光体粉末をそれぞれ含む3種類の蛍光体ペーストを、吐出口を有する口金から基板上の隔壁間にストライプ状にそれぞれ塗布した後、加熱することにより蛍光体層を形成することを特徴とするプラズマディスプレイの製造方法。
3. 隔壁間隔(S)と吐出口の平均孔径(D)が、下記式の条件を満たすことを特徴とする請求項1または2記載のプラズマディスプレイの製造方法。

$$10\mu\text{m} \leq D \leq S \leq 500\mu\text{m}$$

4. 吐出口が平板、ノズルまたはニードルであることを特徴とする請求項1または2記載のプラズマディスプレイの製造方法。
5. 20~2000個の吐出口を有する口金を用いることを特徴とする請求項1または2記載のプラズマディスプレイの製造方法。
6. 150~2000個の吐出口を有する口金を用いることを特徴とする請求項5記載のプラズマディスプレイの製造方法。
7. 吐出口数が、 $16n \pm 5$  (nは自然数)の範囲である口金を用いることを特徴とする請求項1または2記載のプラズマディスプレイの製造装置。
8. 吐出口のピッチが、0.12~3mmである口金を用いることを特徴とする請求項1または2記載のプラズマディスプレイの製造方法。
9. 吐出口のピッチが、隔壁ピッチの3m倍(mは1~10の整数)である口金を用いることを特徴とする請求項1または2記載のプラズマディスプレイの製造方法。
10. 吐出口の長さ(L)と吐出口の平均孔径(D)が、下記式を満たす口金を用いることを特徴とする請求項1または2記載のプラズマディスプレイの製造方法。

$$L/D = 0.1 \sim 600$$

11. 吐出口の平均孔径(D)が、60~400 $\mu\text{m}$ の口金により塗布するこ

とを特徴とする請求項1または2記載のプラズマディスプレイの製造方法。

12. ガラス基板上に形成された隔壁の上端部から口金の吐出口先端部の間隔が、0.01～2mmの状態で蛍光体ペーストを塗布することを特徴とする請求項1または2記載のプラズマディスプレイの製造方法。

13. 1つの口金から異なる色に発色する蛍光体を含有するペーストを吐出し、かつ、該異なる色の蛍光体ペーストを吐出する吐出口の最短間隔が600 $\mu$ m以上であることを特徴とする請求項1または2記載のプラズマディスプレイの製造方法。

14. 独立した2基以上の口金を有し、該2基以上の口金から同時に塗布することを特徴とする請求項1または2記載のプラズマディスプレイの製造方法。

15. 2基以上の口金を同速度で走行させて塗布することを特徴とする請求項14記載のプラズマディスプレイの製造方法。

16. 1色ごとに塗布して、1色塗布するごとに乾燥工程を経ることを特徴とする請求項2記載のプラズマディスプレイの製造方法。

17. 口金と基板を該ガラス基板上の隔壁に対して平行に相対移動させることを特徴とする請求項1または2記載のプラズマディスプレイの製造方法。

18. 蛍光体ペーストの吐出を止める際に、口金内部を負圧の状態とすることを特徴とする請求項1または2記載のプラズマディスプレイの製造方法。

19. 口金と基板の該基板上の隔壁に対して平行に相対移動を開始以降に蛍光体ペースト吐出を開始し、かつ、前記相対移動終了以前に吐出を止めることを特徴とする請求項1または2記載のプラズマディスプレイの製造方法。

20. 蛍光体粉末として、50重量%粒子径が0.5～10 $\mu$ m、比表面積0.1～2m<sup>2</sup>/gである蛍光体粉末を用いることを特徴とする請求項1または2記載のプラズマディスプレイの製造方法。

21. 蛍光体粉末30～60重量%、バインダー樹脂5～20重量%および溶媒を含み、かつ、蛍光体粉末とバインダー樹脂との重量比が6:1～3:1である蛍光体ペーストを用いることを特徴とする請求項1または2記載のプラズマディスプレイの製造方法。

22. バインダー樹脂が、セルロース化合物であることを特徴とする請求項

21 記載のプラズマディスプレイの製造方法。

23. 溶媒が、テルピネオールを含む溶媒であることを特徴とする請求項21記載のプラズマディスプレイの製造方法。

24. 赤色、緑色、青色に発光する蛍光体粉末をそれぞれ含む3種類の蛍光体ペーストを、ガラス基板上の隔壁間にそれぞれ塗布することにより蛍光面を形成するプラズマディスプレイの製造方法であって、所定の塗布位置以外に存在する蛍光体を、粘着体に付着させることにより、除去することを特徴とする請求項2記載のプラズマディスプレイの製造方法。

25. 隔壁の上端部に位置する蛍光体を、粘着体に付着させることにより、除去することを特徴とする請求項1または2記載のプラズマディスプレイの製造方法。

26. 隔壁高さ $H\mu\text{m}$ 、隔壁ピッチ $P\mu\text{m}$ 、隔壁線幅 $W\mu\text{m}$ 、蛍光体ペースト中に含まれる蛍光体粉末の比率 $a$  (vol%) の間に下記の関係が成り立つ蛍光体ペーストを用いることを特徴とする請求項1または2記載のプラズマディスプレイの製造方法。

$$(2H + P - W) \times 5 \leq H \times (P - W) \times a / 100 \leq (2H + P - W) \times 30$$

27. 蛍光体ペーストとして、粘度が $2 \sim 50 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ のペーストを用いることを特徴とする請求項1または2記載のプラズマディスプレイの製造方法。

28. 蛍光体ペーストが感光性蛍光体ペーストであることを特徴とする請求項1または2記載のプラズマディスプレイの製造方法。

29. 感光性蛍光体ペーストとして、下記組成のペーストを用いることを特徴とする請求項28記載のプラズマディスプレイの製造方法。

有機成分 : 15 ~ 60 重量部

蛍光体粉末 : 40 ~ 85 重量部

溶媒 : 10 ~ 50 重量部

30. 隔壁層が、下記のディメンジョンを有するストライプ形状であることを特徴とする請求項1または2記載のプラズマディスプレイの製造方法。

ピッチ : 100 ~ 250  $\mu\text{m}$

線幅 : 15 ~ 40  $\mu\text{m}$



高さ : 60 ~ 170  $\mu\text{m}$

31. 隔壁の上面が黒色であることを特徴とする請求項1または2記載のプラズマディスプレイの製造方法。

32. 蛍光体層の隔壁高さの半分の位置での側面厚み(T1)と底部厚み(T2)の間で、下記の間隔を満たすことを特徴とする請求項1または2記載のプラズマディスプレイの製造方法。

$$10 \leq T1 \leq 50 \mu\text{m}$$

$$10 \leq T2 \leq 50 \mu\text{m}$$

$$0.2 \leq T1/T2 \leq 5$$

33. 表面に複数の隔壁が形成されている基板を固定するテーブルと、前記基板の隔壁と対面して複数の吐出口を有する口金と、前記口金に蛍光体ペーストを供給する供給手段と、前記テーブルと前記口金を3次元的に相対移動させる移動手段を備えてなることを特徴とするプラズマディスプレイの製造装置。

34. 前記口金の吐出口の平均孔径(D)が、隔壁間隔(S)に対して以下の条件を満たすことを特徴とする請求項33に記載のプラズマディスプレイの製造装置。

$$10 \mu\text{m} \leq D \leq S \leq 500 \mu\text{m}$$

35. 前記口金の吐出口の形状が円形でなく、かつ、隔壁と略直交する開口長さ(B)が、隔壁間隔(S)に対して下記の条件を満たすことを特徴とする請求項33に記載のプラズマディスプレイの製造装置。

$$10 \mu\text{m} \leq B \leq S \leq 500 \mu\text{m}$$

36. 前記口金の吐出口のピッチが、隔壁ピッチの3m倍(mは1~10の整数)であることを特徴とする請求項33に記載のプラズマディスプレイの製造装置。

37. 前記口金の吐出口が同一面上にあることを特徴とする請求項33に記載のプラズマディスプレイの製造装置。

38. 前記口金の吐出口を同一形状のパイプを配して構成したことを特徴とする請求項33に記載のプラズマディスプレイの製造装置。

39. 前記口金の吐出口数が20~2000個であることを特徴とする請求項

33に記載のプラズマディスプレイの製造装置。

40. 前記口金の吐出口数が $16n \pm 5$  ( $n$ は自然数)の範囲であることを特徴とする請求項33に記載のプラズマディスプレイの製造装置。

41. 前記口金の吐出口のピッチが $0.12 \sim 3 \text{ mm}$ であることを特徴とする請求項33に記載のプラズマディスプレイの製造装置。

42. 前記口金の吐出口の平均孔径( $D$ )と吐出口の長さ( $L$ )が、下式を満たすことを特徴とする請求項33に記載のプラズマディスプレイの製造装置。

$$L/D = 0.1 \sim 600$$

43. 前記口金の吐出口の平均孔径が、 $60 \sim 400 \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項33に記載のプラズマディスプレイの製造装置。

44. 前記口金の吐出口の中心が各々の隔壁間の上にあるように配されたことを特徴とする請求項33に記載のプラズマディスプレイの製造装置。

45. 前記口金の吐出口面および/または吐出口内壁に、フッ素系樹脂皮膜がコーティングされていることを特徴とする請求項33に記載のプラズマディスプレイの製造装置。

46. 前記口金の吐出口面および/または吐出口内壁に、非晶質の炭素皮膜がコーティングされていることを特徴とする請求項33に記載のプラズマディスプレイの製造装置。

47. 前記口金は、複数の蛍光体ペースト貯蔵部と、前記貯蔵部に蛍光体ペーストを供給する蛍光体ペースト供給口と、前記貯蔵部と前記吐出口を流体的に連結するパス部を有し、さらに前記吐出口は該貯蔵部よりも数多くあり、かつ、各々の前記貯蔵部に対応する前記吐出口が一定の順番で周期的に略一直線上に配列されていることを特徴とする請求項33に記載のプラズマディスプレイの製造装置。

48. 2基以上の口金を配したことを特徴とする請求項33に記載のプラズマディスプレイの製造装置。

49. 複数の異なる種類の蛍光体ペーストに対応して、複数の口金と、各々の口金に対応して蛍光体ペーストを供給する複数の蛍光体ペースト供給装置を有し、基板の隔壁間に複数種類の蛍光体ペーストを同時に塗布するようになったことを

特徴とする請求項 33 に記載のプラズマディスプレイの製造装置。

50. 前記口金内の圧力を大気圧から負圧まで任意に設定できる圧力調整手段と、圧力調整のタイミングを制御する制御手段とを有することを特徴とする請求項 33 に記載のプラズマディスプレイの製造装置。

51. 前記口金の吐出口の位置を検知する検知手段と、基板の隔壁または隔壁間の位置を検知する検知手段と、基板上の隔壁の上端部の位置を検知する検知手段と、口金の吐出口先端部の位置を検知する検知手段と、前記口金の吐出口に対する基板の相対位置に応じて蛍光体ペーストの吐出開始および終了の実行を制御する制御手段を設けたことを特徴とする請求項 33 に記載のプラズマディスプレイの製造装置。

52. 前記口金の傾き度を基板の隔壁上端部に対して調整する調整手段と、前記口金の吐出口先端部を基板の隔壁上端部に対して略平行で所定間隔をおいて設置させる制御手段を有することを特徴とする請求項 33 に記載のプラズマディスプレイの製造装置。

53. 前記口金から基板上に吐出された蛍光体ペーストの基板内での位置を検出する検出手段を設けたことを特徴とする請求項 33 に記載のプラズマディスプレイの製造装置。

54. 基板上の隔壁または隔壁間の数を検知する検知手段と、検知した隔壁数または隔壁間数から塗布すべき隔壁間を認知する認知手段を設けたことを特徴とする請求項 33 に記載のプラズマディスプレイの製造装置。

55. 基板上に設けられた原点マークを検知する原点マーク検知手段と、検知した原点マークを基準に、口金の吐出口が蛍光体ペーストを塗布すべき隔壁間の上にあるように、前記口金と隔壁を相対的に移動させる移動手段および制御手段を設けたことを特徴とする請求項 33 に記載のプラズマディスプレイの製造装置。

56. 前記口金の吐出口面を清浄化する手段を設けたことを特徴とする請求項 33 に記載のプラズマディスプレイの製造装置。

57. 基板の所定の塗布位置以外に存在する蛍光体ペーストを除去する手段を設けたことを特徴とする請求項 33 に記載のプラズマディスプレイの製造装置。

58. 表面に隔壁が形成されている基板を固定するテーブルと、基板の隔壁と

対面して複数の吐出口を有する口金と、前記口金に蛍光体ペーストを供給する供給手段と、前記テーブルと前記口金を３次元的に相対移動させる移動手段を備えた塗布装置を、３種類の蛍光体ペーストに対応して３台直列に配置したことを特徴とするプラズマディスプレイの製造装置。

図 1

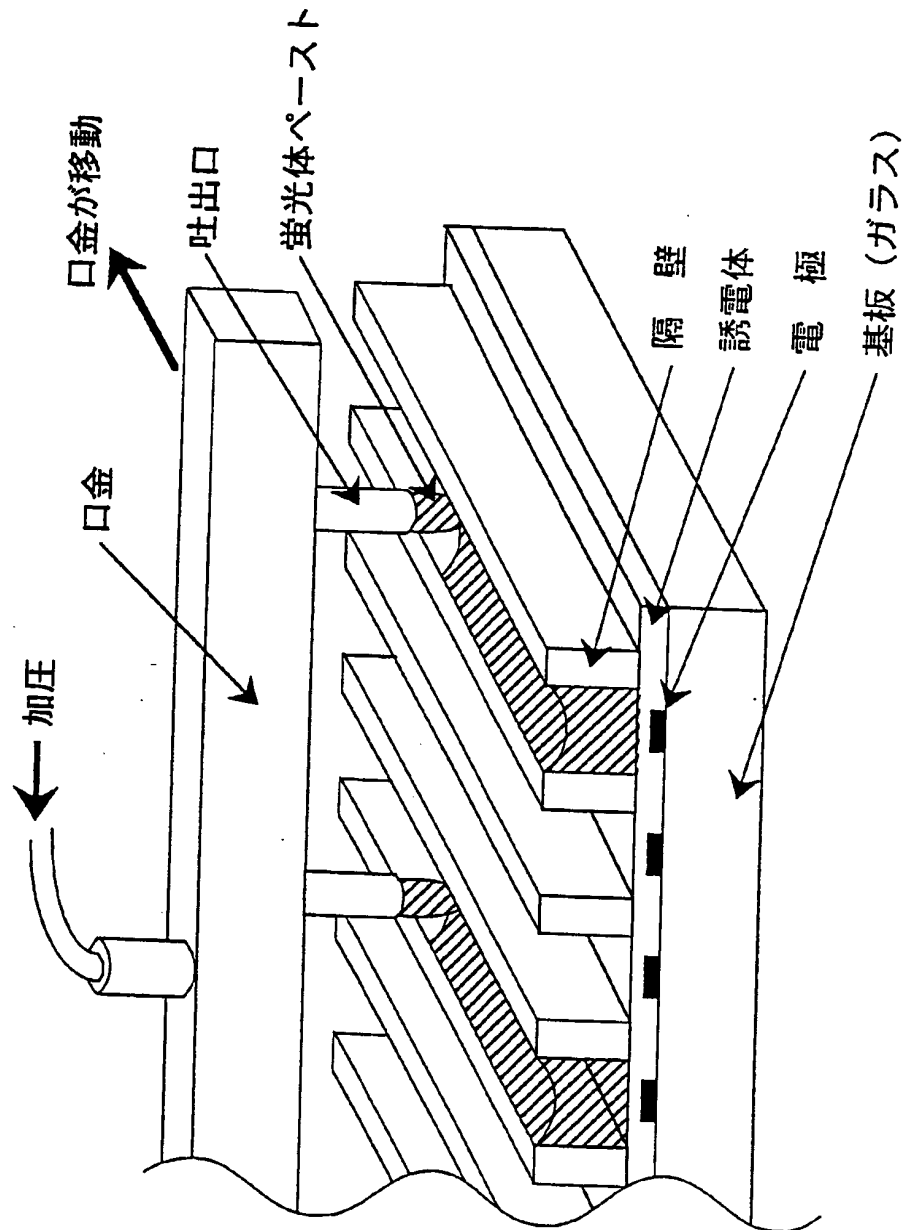


図 2

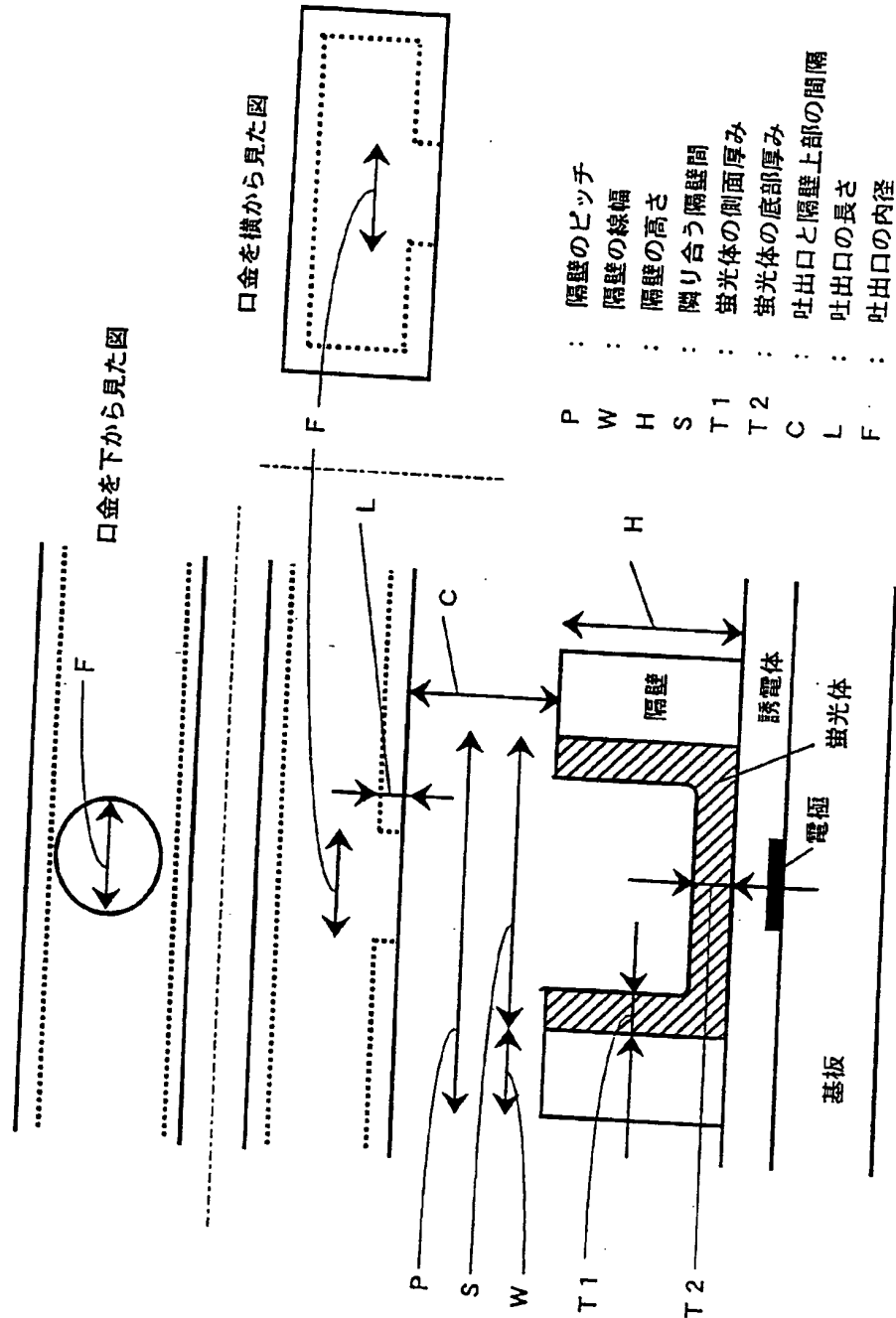


図 3

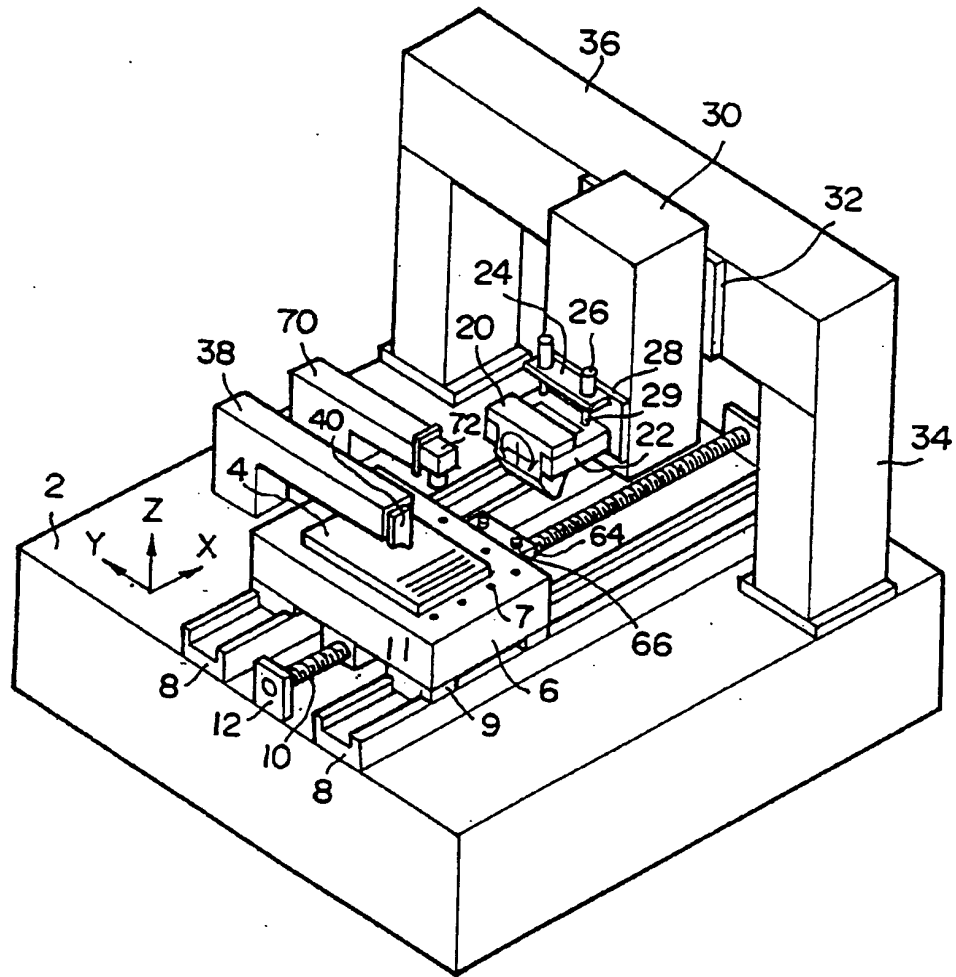


図 4

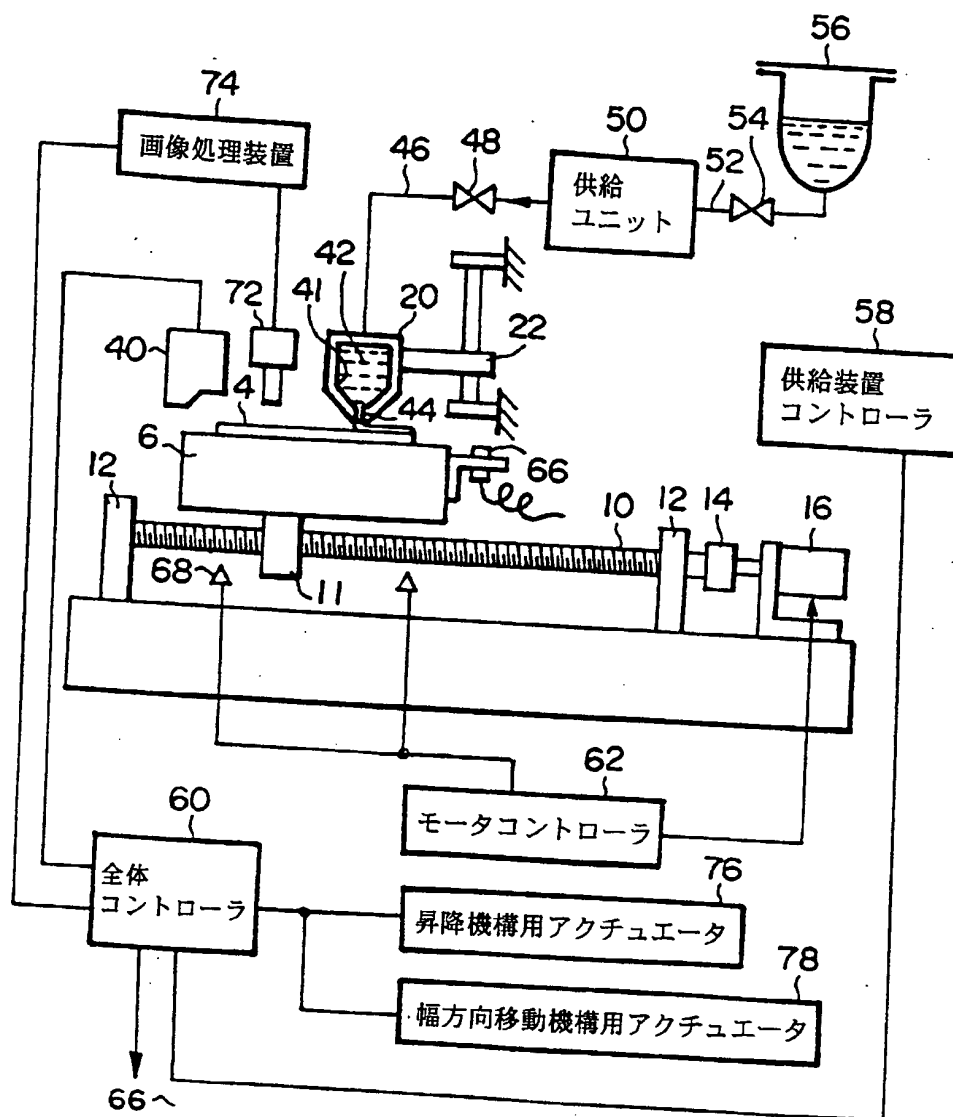




図 5

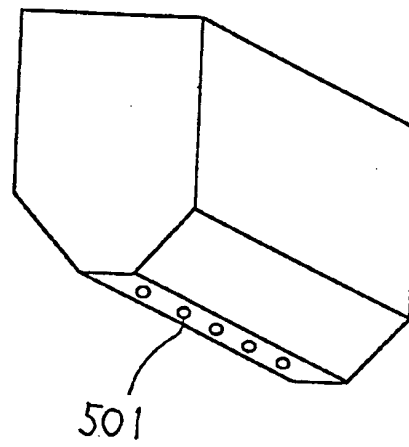


図 6

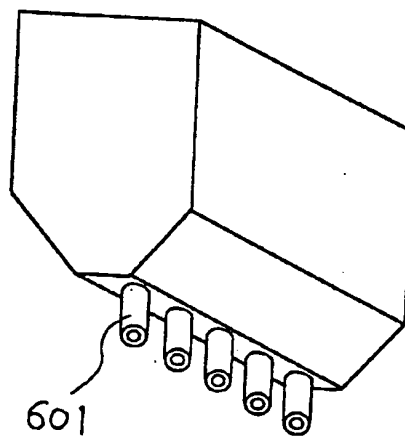


図 7

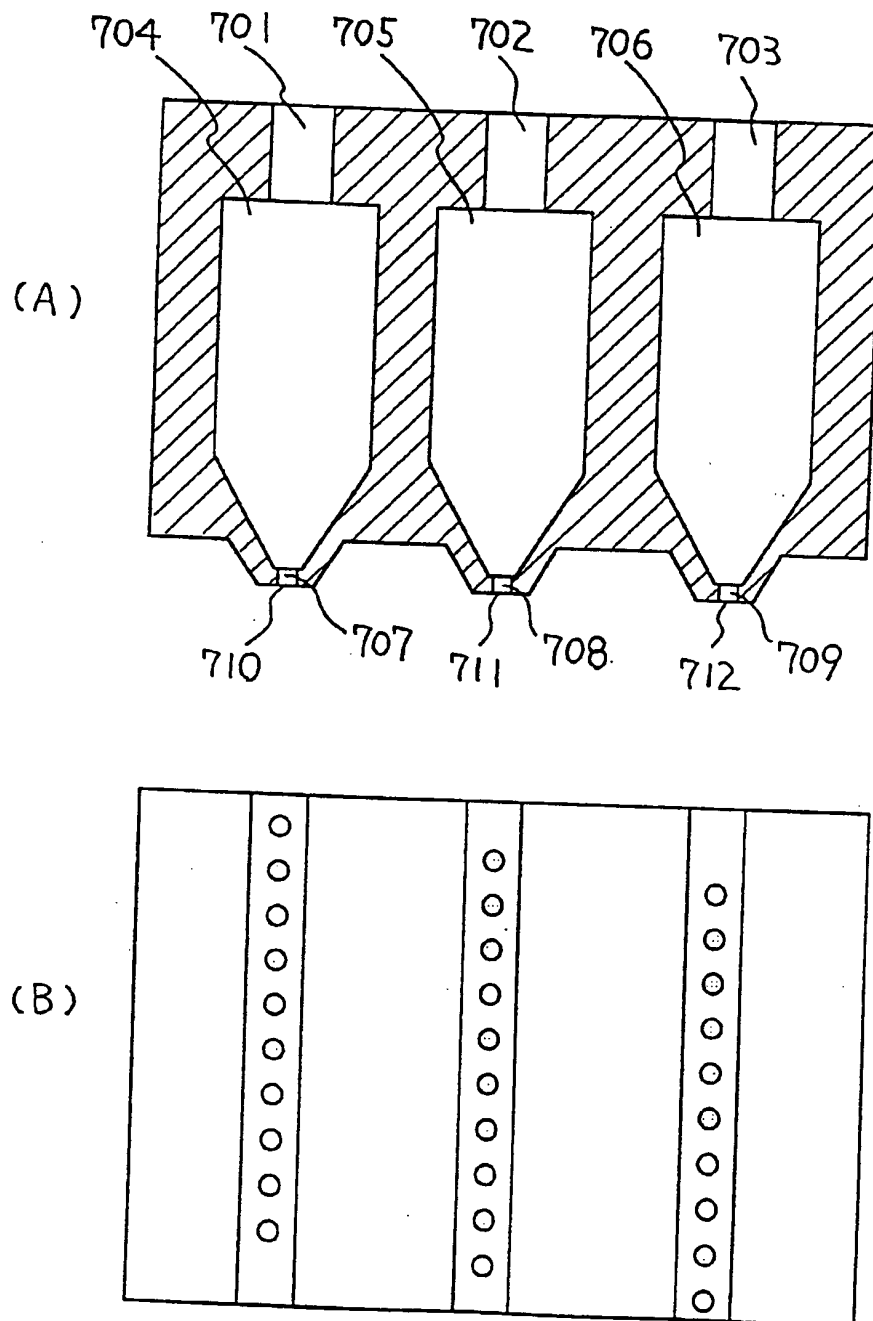


図 8

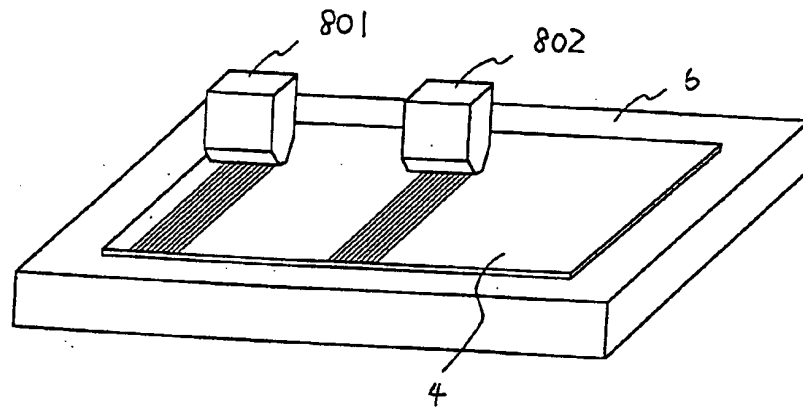
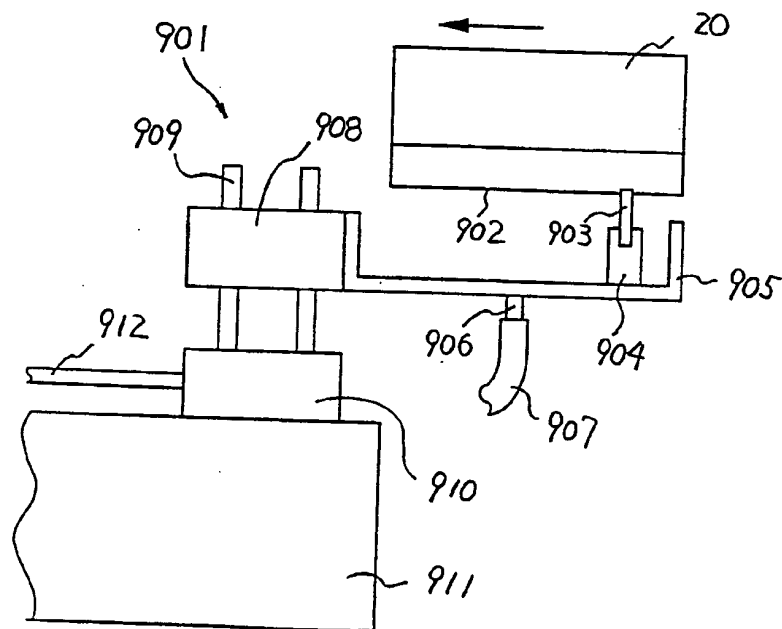


図 9



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP97/04643

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>6</sup> H01J9/227

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>6</sup> H01J9/227, H01J9/22, H01J9/24, H01J11/00, H01J11/02,  
H01J17/00, H01J17/04, G02B5/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1998  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1998 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1998

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 63-155527, A (Fujitsu Ltd.), June 28, 1988 (28. 06. 88), Full text ; Figs. 2, 3 (Family: none)	1-2, 4-6, 9, 17-18, 28, 33, 36-39, 44, 50, 58
Y		3, 30-31, 34
A		16, 51-55
Y	JP, 08-162019, A (Toray Industries, Inc.), June 21, 1996 (21. 06. 96), Par. Nos. [0029] to [0031] ; Fig. 1	3, 14-15, 30, 34-35, 48-49
A	Full text ; Fig. 1 (Family: none)	7-8, 10-13, 20-23, 26, 29, 32, 40-43, 45-47

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed  
 "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
March 11, 1998 (11. 03. 98)

Date of mailing of the international search report  
March 24, 1998 (24. 03. 98)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP97/04643

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 05-11105, A (Toshiba Corp.), January 19, 1993 (19. 01. 93), Par. Nos. [0021] to [0028]	14-15, 35, 48-49 12, 27
A	Par. No. [0030] (Family: none)	
Y	JP, 04-272634, A (NEC Corp.), September 29, 1992 (29. 09. 92), Par. No. [0003] ; Fig. 2 (Family: none)	31
A	JP, 50-10071, A (Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.), February 1, 1975 (01. 02. 75), Full text ; Fig. 2 (Family: none)	24-25, 56-57

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl.<sup>8</sup> H01J9/227

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>8</sup> H01J9/227, H01J9/22, H01J9/24  
H01J11/00, H01J11/02, H01J17/00, H01J17/04  
G02B5/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-1998年  
日本国登録実用新案公報 1994-1998年  
日本国実用新案登録公報 1996-1998年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P, 63-155527, A (富士通株式会社) 28. 6月. 1988 (28. 06. 88) 全文, 第2-3図  (ファミリーなし)	1-2, 4-6, 9, 17-18, 28, 33, 36-39, 44, 50, 58
Y		3, 30-31, 34
A		16, 51-55

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11. 03. 98

国際調査報告の発送日

24.03.98

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
郵便番号 100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小川 浩史

2G

9707

電話番号 03-3581-1101 内線 3226

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P, 08-162019, A (東レ株式会社) 21. 6月. 1996 (21. 06. 96) 【0029】 - 【0031】 , 図1	3, 14-15, 30, 34-35, 48-49
A	全文, 図1 (ファミリーなし)	7-8, 10-13, 20-23, 26, 29, 32, 40-43, 45-47
Y	J P, 05-11105, A (株式会社東芝) 19. 1月. 1993 (19. 01. 93) 【0021】 - 【0028】	14-15, 35, 48-49
A	【0030】 (ファミリーなし)	12, 27
Y	J P, 04-272634, A (日本電気株式会社) 29. 9月. 1992 (29. 09. 92) 【0003】 , 図2 (ファミリーなし)	31
A	J P, 50-10071, A (東京芝浦電気株式会社) 1. 2月. 1975 (01. 02. 75) 全文, 第2図 (ファミリーなし)	24-25, 56-57